



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

бакалавра

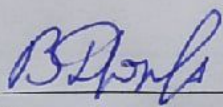
На тему «Загрязнение атмосферного воздуха и его влияние на состояние
растительности Красногвардейского района Санкт-Петербурга»

Исполнитель Ракутин Полина Юрьевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой 
(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«10» июня 2022г.

Санкт-Петербург

2022

Оглавление

Введение	4
Глава 1 Красногвардейский район	5
1.1 Общая информация о Красногвардейском районе.....	5
1.2 Транспорт	6
1.3 Промышленность	7
1.4 Климатические условия	7
1.5 Экологическое состояние района.....	9
1.6 Зеленые насаждения	10
Глава 2 Качество атмосферного воздуха	15
2.1 Атмосферный воздух	15
2.2 Загрязняющие вещества	16
2.3 Источники загрязняющих веществ	20
2.4 Влияние автотранспорта на качество атмосферного воздуха	23
2.5 Экологический мониторинг загрязнения атмосферного воздуха	26
Глава 3 Влияние загрязнения атмосферного воздуха на состояние растительности	28
3.1 Факторы, влияющие на состояние растительности	28
3.2 Чувствительность растений.....	29
3.3 Влияние загрязняющих веществ на здоровье человека	31
3.4 Последствия загрязнения атмосферного воздуха.....	32
3.5 Значимость растительности.....	34
Глава 4 Состояние растительности в Красногвардейском районе	36
4.1 Оценка качества атмосферного воздуха	36
4.2 Данные с автоматизированных постов	38

4.3 Визуальная оценка состояния растительности.....	45
Рекомендации	55
Заключение	56
Список использованных источников и литературы	57
Приложения	60

Введение

В настоящее время проблеме загрязнения атмосферного воздуха стало уделяться все больше внимания. В крупных городах эта проблема является наиболее острой, так как здесь намного больше различных источников загрязняющих веществ, но главными источниками остаются промышленные предприятия и автотранспорт. Зелёные насаждения, в основном, выполняют санитарно-гигиеническую функцию, они выступают в роли «живого» фильтра и поглощают химические токсины и задерживают большое количество промышленной пыли и вредных газовых выбросов. Также зелёные насаждения играют немалую роль в формировании микроклимата города. Древесная растительность очищает и обогащает кислородом атмосферу города, поддерживают температурный режим и снижают силу ветра и уровень шума.

Цель выпускной квалифицированной работы: провести оценку загрязнения атмосферного воздуха в Красногвардейском районе и определить его влияние на состояние растительности.

Для выполнения цели были поставлены следующие задачи:

1. Рассмотреть основные загрязняющие вещества в атмосферном воздухе;
2. Провести анализ состояния растительности в Красногвардейском районе и сопоставить его с уровнем загрязненности атмосферного воздуха;
3. Разработать рекомендации по улучшению экологической ситуации в Красногвардейском районе.

Объектом исследования является растительность Красногвардейского района.

Предметом исследования является состояние зеленых насаждений под воздействием загрязняющих веществ из атмосферного воздуха.

Глава 1 Красногвардейский район

1.1 Общая информация о Красногвардейском районе

Красногвардейский район — это один из 18 районов города Санкт-Петербург. Он расположен в северо-восточной части города, на правом берегу реки Невы (рисунок 1).

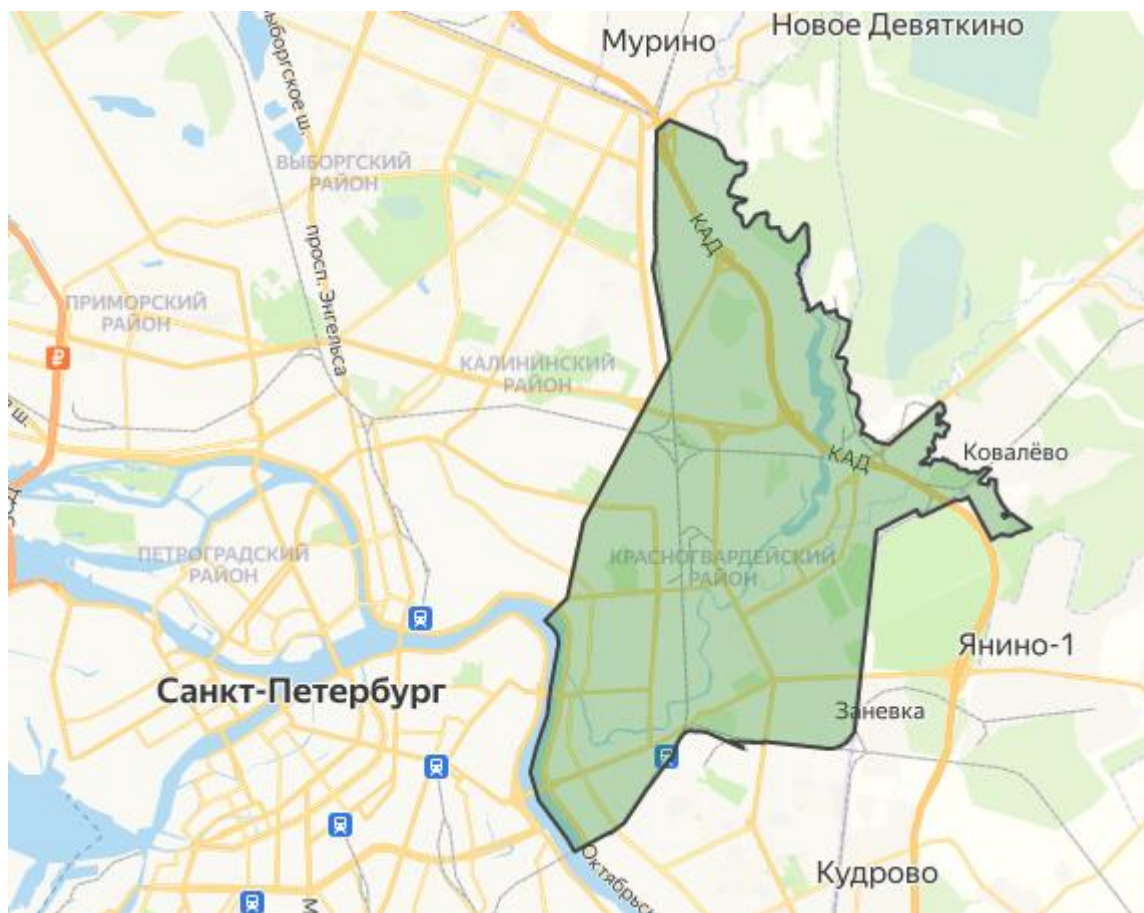


Рисунок 1 - карта Красногвардейского района [1]

На 2018 год площадь района составила 56,83 кв. км это около 4 % от площади города. Население всего района составляет в общем 337,09 тыс. человек.

Протяженность территории Красногвардейского района с севера на юг примерно 15 км. С запада на восток около 8 км. С севера на юг район пересекает

река Охта с ее наиболее крупными притоками: Оккервиль (Малая Охта) и Лубья.

Район граничит с Калининским, Невским и Центральным районами Санкт-Петербурга и Всеволожским районом Ленинградской области.

На территории расположены более 9000 организаций и учреждений различных форм собственности, в том числе более 60 крупных и средних промышленных предприятий [2].

1.2 Транспорт

Красногвардейский район расположен на выезде из города и имеет удобное расположение транспортных магистралей. Район находится на выезде из города, и на его территории хорошо развита система транспортных магистралей, ведущих как в центр, так и в пригороды.

Также на территории района находится железная дорога. В 2003 году впервые открылся железнодорожный «Ладожский вокзал». В основном, железнодорожные пути служат для грузовых перевозок, но и используются для перевоза пассажиров: в районе находятся также 5 платформ пригородных электропоездов – «Ладожский вокзал (Дача Долгорукова)», «Ручьи», «Ржевка», «Заневский пост», «пост Ковалево». На территории района имеются 2 станции метрополитена «Новочеркасская» и «Ладожская». По территории проходит 9 трамвайных маршрутов, 8 троллейбусных маршрутов, 24 автобусных (городских) маршрутов и 42 коммерческих (частных) маршрутов.

Несколько крупных транспортных автомагистралей пересекают красногвардейский район. С севера на юг проходит проспект Энергетиков, а также Малоохтинский, Новочеркацкий, Пискаревский и Полюстровский проспекты. С запада на восток по территории района проложен Заневский проспект, переходящий в Невский проспект, и Пороховская улица, переходящая в Ириновский проспект, а затем в Рябовское шоссе [2].

1.3 Промышленность

В районе находится 292 предприятия, из них 85 являются крупными промышленными объектами, такие как: «Русские самоцветы», ОАО «Знамя Труда», ЗАО «Вентиляционный завод Лиссант», ОАО «Новая эра», ОАО «Фирма Медполимер», ОАО «Слотекс», ОАО «Завод железобетонных изделий № 6», ООО «СПб молочный завод «Пискаревский», мясной завод ООО «Невский трест», ОАО «Завод Электропульт», ООО «Троя-Ультра», ЗАО «Чок энд Роллс», «Полюстрово», «Электроприбор», «Химволокно», «Завод слоистых пластиков», «Пигмент», «К-Раута», «Полимерстройматериалы», «Охтинский химический завод», «Пластполимер», «Краснознаменец» и др. Многие из этих объектов являются объектами особого назначения.

Предприятия выпускают обширный ассортимент различных товаров для народа, это и лакокрасочные материалы, электрическая аппаратура, металлопластиковые окна, трикотажные изделия, швейные изделия специального назначения, кондитерские изделия, включая хлебобулочные изделия, минеральные воды, соки, колбасные и молочные продукты, а также ювелирные изделия.

Всего в районе находится 42 крупных торговых центра, 1 сельскохозяйственный рынок, 178 комплексов мелкорозничной торговли [2].

1.4 Климатические условия

Состояние качества воздушной среды в городе зависит не только от количества выброшенных в атмосферу вредных веществ, но и от их химического состава.

Количественные и качественные характеристики воздуха зависят от многих факторов, в частности: климатические условия местности, парциальное давление кислорода в атмосфере (количество кислорода на каждый килограмм воздуха), влажность и прозрачность воздуха, температур. Воздух в городе имеет

большое значение для нормальной жизни, так как воздух –это основа жизнедеятельности и является одним из основных факторов, влияющих на общее состояние организма человека.

В общих чертах климатические условия Санкт-Петербурга, которые влияют на уровень загрязнения воздуха, немного благоприятнее, чем в среднем по городам России (наличие Финского залива и влажный климат- подходящие условия для рассеивания выбросов от промышленных предприятий и автотранспорта). На севере города находится промышленная зона. Здесь при ремонте и эксплуатации зданий велика доля выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных предприятий и промышленных предприятий, расположенных как в центре города, так и на окраинах. Эти предприятия выбрасывают в воздух большое количество золы, производимой из металлургических и других отходов, а также от сжигания угля.

Преобладающие ветры за год для Санкт –Петербурга- это ветра юго-западных (24 %) и западных (19 %) направлений. Благодаря этому над западными и юго-западными районами города появляется более чистый воздух, чем над северными и восточными частями города [3].

В таблице 1 приведены за многолетние, 2019 и 2020 годы климатические характеристики [4]:

Таблица 1 - Климатические характеристики [4]

Среднегодовые данные	Многолетние	2019 г.	2020 г.
Осадки, число дней	179	242	231
Скорость ветра, м/с	2,2	1,9	2,1
Повторяемость приземных инверсий %	22,6	34,7	28,9
Повторяемость застоев, %	7,6	1,9	4,1
Повторяемость ветров со скоростью 0-1 м\с, %	33,5	37,8	35,1
Повторяемость приподнятых инверсий, %	39,0	50,9	52,5
Повторяемость туманов, %	0,6	0,2	0,1

1.5 Экологическое состояние района

На территории Красногвардейского района расположено большое количество промышленных предприятий, которые занимаются экологически неблагоприятным производством. Такие предприятия являются ведущими по количеству выброса вредных веществ, таких как: ацетон (примерно 18,6% от общегородского количества) и толуол (17,6%). Вдобавок неблагоприятным экологическим фактором является присутствие в районе значительного количества железных дорог и автомагистралей.

На многолюдных улицах и широких проспектах преобладает высокий уровень шума, что также является загрязнением. Высокий уровень загрязнения наблюдается практически по всей реке Охта и других водных ресурсах [5].

Среди вредных химических соединений, имеющих высокую концентрацию, – оксид углерода (CO), оксид азота (NO₂), фенол, аммиак, сероводород. От золы взрывоопасные вещества могут образовывать с воздухом взрывообразные смеси, которые приводят к пожарам. Следует отметить, что состояние атмосферы существенно ухудшается в результате выбросов вредных веществ в городской черте и в зоне действия крупных промышленных предприятий. Так, содержание взвешенных веществ в атмосферном воздухе города в 4 раза больше, чем в ближайшей зоне влияния Балтийского завода, который находится в Василеостровском районе.

Решение задачи по снижению выбросов в атмосферу загрязняющего вещества – углерода рассматривается как сложная социально-экологическая проблема. Часто в городе появляются пыль, туман, смог. В рамках предупредительных мероприятий проводятся очистка города от промышленных отходов, улучшение транспортных развязок, расширение магистралей, строительство новых мостов. Хорошо налажен мониторинг качества атмосферного воздуха в городе. В городе работают 47 организаций, выполняющих функции контроля за состоянием окружающей среды [4].

1.6 Зеленые насаждения

Зеленый фонд Санкт-Петербурга – это единство территорий зеленых массивов, на которых имеются лесные и прочие зеленые насаждения, включая зеленые зоны, лесопарки, и прочие территории зеленых насаждений в пределах города.

Зелёный массив в городе выполняет различные функции, одной из главных является: поддержание нормализации состояния воздушного бассейна города, с помощью поглощению углекислого газа и выделением кислорода. Также зелёные зоны помогают снизить уровень городского шума, запыленность и загазованность воздуха, а также влияет на улучшение состояния микроклимата с помощью понижения температуры окружающего воздуха в жаркую погоду из-за большого количества испарения, защищают от сильных потоков ветра. Также растения выделяют фитонциды – это особые летучие вещества, которые способны убивать вредоносные микробы [6].

Уровень озеленённости Красногвардейского района довольно высокая. Во дворах находится много зеленых насаждений и парковых зон. В районе имеется большое количество спортивных площадок и зон для прогулки. В Красногвардейском районе Санкт-Петербурга на 22.07.2019 расположено 120 объектов зеленых насаждений, общей площадью 3 841 170 м² [6].

Виды зеленых насаждений определяются Законом Санкт-Петербурга от 28.06.2010 № 396-88 "О зеленых насаждениях в Санкт-Петербурге" (ред. от 30.06.2016) [6].

Для того, чтобы сохранить, развивать и создавать более благоприятную окружающую обстановку зелёных насаждений в Санкт-Петербурге, администрация определила предельно допустимые нормативы качества зеленых насаждений, а также минимально допустимые нормативы благосостояния граждан города, вместе с территориями зеленых насаждений как общего пользования, так и для ограниченного пользования.

В Красногвардейском районе Санкт-Петербурга нормативы обеспеченности населения территориями зеленых насаждений являются средними – 12м²/чел. Для каждого района города показатель обеспеченности территориями зеленых насаждений определяется в соотношении суммы площадей всех территорий зеленых насаждений общего пользования городского и местного значения, территорий зеленых насаждений ограниченного пользования, расположенных в пределах данного района, к общему количеству людей, которые зарегистрированы в данном районе Санкт-Петербурга.

Обеспеченность населения Красногвардейского района Санкт-Петербурга зелеными насаждениями общего пользования городского и местного значения, зелеными насаждениями ограниченного пользования составляет 14 м²/чел при суммарной площади указанных видов зеленых насаждений 486,8 га

На рисунке 2 приведена схема расположения зеленых насаждений общего пользования городского и местного значения, а также уличного озеленения в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга [6].



Рисунок 2 - Зеленые насаждения в Красногвардейском районе [6]

У растений от фазы онтогенеза (индивидуального развития) зависит устойчивость растения к стрессовому воздействию. Наиболее устойчивые являются в покоем состоянии (семян, луковиц). В более молодом возрасте и в период появления всходов, растения наиболее чувствительны к стрессовому воздействию, так как повреждаются те звенья метаболизма, которые отвечают за фазу роста организма [7].

В соответствии с физиологическими, биогеохимическими и оптическими параметрами по степени уменьшения устойчивости деревьев и кустарников зеленых насаждений Санкт-Петербурга к техногенному загрязнению располагают виды следующим образом: Ива белая – Ива остролистная – Тополь Берлинский – Тополь бальзамический – Кизильник блестящий – Берёза повислая – Берёза пушистая – Ясень ланцетный – Ясень обыкновенный – Сирень обыкновенная – Дуб черешчатый – Клён остролистный – Липа мелколистная – Боярышник кроваво-красный – Каштан конский – Сирень венгерская – Клён ясенелистный – Вяз гладкий – Вяз шершавый

При оценке чистоты и безопасности воздуха в городе, можно использовать предельно допустимые концентрации вредных соединений в атмосфере для человека и для растений, которые представлены в таблице 2 [8].

Таблица 2 - предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных соединений для человека и древесных растений в воздухе, мг/м³[8]

Загрязнители воздуха	Для человека		Для растений	
	максимально разовые	среднесуточные	максимально разовые	среднесуточные
Диоксид серы	0,5	0,05	0,3	0,015
Аммиак	0,2	0,04	0,1	0,04
Окислы азота	0,085	0,04	0,04	0,02
Бензол	0,5	0,1	0,1	0,05
Взвешенные вещества (пыль, цемент и др.)	0,5	0,15	0,2	0,05
Метанол	1,0	0,5	0,2	0,1
Оксид углерода	3,0	1,0	3,0	1,0
Сероводород	0,008	0,008	0,008	0,008
Пары серной кислоты	0,3	0,1	0,1	0,03
Соединения фтора газообразные в пересчете на фтор	0,02	0,005	0,02	0,003
Формальдегид	0,035	0,012	0,02	0,003
Хлор	0,1	0,03	0,025	0,015
Циклогексан	1,4	0,4	0,2	0,2

Для получения более подробной общей характеристики экологического состояния всех элементов зеленых насаждений общего пользования (ЗНОП) для кустарников, деревьев, цветников, газонов, можно использовать коэффициент комплексной экологической оценки (ККЭО).

Он рассчитывается в соответствии с методикой оценки экологического состояния зелёных насаждений общего пользования, утвержденной Распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга от 30.08.2007 No 90-р. с учетом категорий состояния всех элементов зелёных насаждений и их весовых коэффициентов.

Состояние объекта озеленения по коэффициенту комплексной экологической обстановки (ККЭО) изменяется от 1,0 при идеальном состоянии зелёных насаждений до 3,0 при неудовлетворительном состоянии насаждений:

- идеальное – ККЭО от 1,00 до 1,49
- хорошее – ККЭО от 1,50 до 1,99
- удовлетворительное – ККЭО от 2,00 до 2,49
- неудовлетворительное – ККЭО от 2,50 до 3,00

Так, например, в 2016 г. в Красногвардейском районе для двух объектов была проведена экологическая оценка зелёных насаждений общего пользования, по результатам которой можно сказать, что один объект находился в идеальном состоянии , где уровень ККЭО от 1,0 до 1,49, а второй объект находился в удовлетворительном состоянии, где уровень ККЭО от 2,0 до 2,49 [5].

Глава 2 Качество атмосферного воздуха

2.1 Атмосферный воздух

В соответствии с Федеральным законом «Об охране атмосферного воздуха», атмосферный воздух — это жизненно важный компонент окружающей среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений [9].

В соответствии с Федеральным законом №195, загрязняющее вещество — это химическое вещество или смесь веществ, в том числе радиоактивных, и микроорганизмов, которые поступают в атмосферный воздух, содержатся и (или) образуются в нем и которые в количестве и концентрациях, превышающих установленные нормативы, оказывают негативное воздействие на окружающую среду, жизнь, здоровье человека [9].

В соответствии с Федеральным законом №195, загрязнение атмосферного воздуха — это поступление в атмосферный воздух или образование в нем загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха [9].

Атмосферный воздух — это материальная сфера, в которой находится большое количество живых организмов, и она определяет их дальнейшее существование и качество жизни. Состав атмосферного воздуха очень важен для существующей биоты, в первую очередь потому, что там содержится кислород, который необходим для реакций энергетического обмена всех аэробных организмов. Состояние атмосферного воздуха влияет на особенности условий местообитаний, их температурного и водного режимов. Поэтому воздух является прямым и косвенно действующим важным экологическим фактором.

Состав атмосферного воздуха относительно постоянен. Он состоит из преимущественно из азота — 78,10% и кислорода — 20,90%, а также инертных

газов (Аргон, криптон, неон, гелий, ксенон) в сумме – 0,94%, углекислого газа – 0,03% и водорода – 0,01%. Также он содержит следы окиси углерода, озона, метана и прочих газов [10].

2.2 Загрязняющие вещества

Загрязняющее вещество — это одно или смесь нескольких веществ, у которых превышает концентрация, установленная для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, и которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду [10].

Выбросы токсичных газообразных соединений являются и одним из самых распространённых и самых опасных загрязнений природной среды. Главными токсичными соединениями являются хлористый водород, двуокись серы, фтористый водород, окись углерода, сероводород, окиси азота, и др.

Поступление загрязняющих веществ в атмосферу связано с работой различных промышленных предприятий, сжиганием мусора и выбросами автотранспорта, всё это негативно сказывается на состоянии атмосферного воздуха. Одним из главных природным загрязняющим процессом атмосферы является выбросы от вулканической активности Земли.

На антропогенное загрязнение приходится лишь 0,5% от общего загрязнения природными явлениями (пыльные бури, извержение вулканов, и др.) Экологические последствия загрязнения атмосферного воздуха в первую очередь заключаются в воздействии газообразных соединений, попадающих в организм живых существ, а также соединение некоторых газообразных поллютантов с атмосферной влагой приводит к выпадению кислотных осадков [11].

Основные загрязняющие вещества, которые наносят больший вред атмосфере:

Диоксид серы (SO_2) – это бесцветный газ, который характеризуется редким запахом, он образуется при сжигании горючего, содержащего серу, а также при обжигании сернистых руд. По некоторым данным 60-70% кислотных осадков приходится именно на диоксид серы. Это негативно влияет на состояние человека, его слизистых оболочек и кожи, и животных, а также наносит большое повреждение растительности. Общемировой выброс SO_2 оценивается в 190 млн тонн в год, он также может находиться в составе тумана или влажного воздуха. Насыщенность вещества диоксида серы выше 0,4 мг/м³ даже при непродолжительном воздействии может вызвать заметные нарушения в органах ассимиляции растений, а также различные некрозные изменения [12].

Сероводород (H_2S) и органические сульфиды ($\text{R}_1\text{R}_2\text{S}$) также имеют специфический запах даже при незначительных концентрациях. Сероводород, дисульфиды и тиолы находятся в составе уже использованных газов из сульфатно-целлюлозной промышленности, производства вискозы и искусственного шёлка, также они образуются при производстве смолы, кокса, перегонке нефти и природного газа. Сероводород может нанести большой вред растительным ферментам, что вызовет практически необратимые повреждения, так как сероводород является клеточным и ферментным ядом.

Соединения фтора (HF , SiF_4) имеют сильное токсическое воздействие даже в небольших концентрациях. Главными источниками соединений фтора являются промышленные предприятия по производству алюминия, керамических изделий, кирпича, фосфатных удобрений, при процессе плавки стали и сжигании угля. При концентрациях фтористого водорода, превышающих 10 мг/м³ растительность, становится более чувствительной [12].

Нитрозные газы (окислы азота) – это смесь окиси азота (NO), двуокиси азота (NO_2), триокиси азота (N_2O_3) и получетырёхокиси азота (N_2O_4). Они выделяются как побочные продукты при получении серной и азотной кислот, также при нитровании органических соединений и при производстве нитратных удобрений. Чем выше температура сгорания, тем интенсивнее идет образование окислов азота. Они выходят в большом количестве вместе с использованными

газами автомобилей. Также окислы азота принимают участие в образовании кислотных дождей в окружающей среде. Также бывают случаи повреждения растительности аммиаком, который наблюдается рядом с животноводческими фермами. Более восприимчивы к его воздействию хвойные породы, хвоя которых при помощи аммиака образует красно-бурую окраску и отпадает.

Оксид азота (NO) – это токсичный бесцветный газ. Человеку сложнее его почувствовать, так как он не имеет цвета и запаха, также он не раздражает дыхательные пути. При взаимодействии с кислородом, оксид азота превращается в диоксид азота (NO_2).

Диоксид азота (NO_2) – это также ядовитый газ, но он отличается красно-бурым цветом с характерным острым запахом. Он образуется в процессе сгорания автомобильного топлива, деятельности тепловых электростанций и промышленных предприятий. Его не так просто обнаружить, так как он ухудшает обоняние и зрение.

Хлор (Cl) и хлористый водород (HCl) используется при производстве пластмасс. При сжигании хлорсодержащего сырья образуются соединения хлора. Пары, которые содержат хлор и хлористый водород быстро оседают на земле, из-за этого повреждается биота, которая находится близко к источникам загрязнения. Эти пары причиняют заметные повреждения растительности, происходит понижение количества хлорофилла в листьях и задерживаются процессы роста [12].

Выхлопные газы автомобилей. Которые состоят из токсичных компонентов, таких как нитрозные газы, окись углерода, сажа, свинцовые соединения и насыщенные углеводороды и их фотохимические продукты реакции (пероксиацетилнитрат (ПАН), озон (O_3)). Состав выхлопных газов различается и в большой степени зависит от структуры мотора автомобиля, принципа его работы и вида топлива. Вблизи больших автомагистралей и на оживленных улицах наблюдается большой уровень загрязнения выхлопными газами [15].

Оксид углерода (CO) — это также бесцветный газ, который не имеет запаха, еще одно его название «угарный газ». Он получается в результате

неполного сгорания топлива (угля, газа или нефти) в условиях недостатка кислорода и низкой температуры. В быту угарный газ выделяется из-за неисправности газовых колонок и кухонных плит. Чтобы человек получил отравление, нужна совсем небольшая его концентрация. Оксид углерода относится к 4 классу опасности, но его воздействие может привести к летальному исходу всего за пару минут [16].

Двуокись углерода (CO_2) — или углекислый газ, — бесцветный газ с кисловатым запахом и вкусом, продукт полного окисления углерода. Является одним из парниковых газов.

Озон (O_3) — это газ с характерным запахом, более сильный окислитель, чем кислород. Озон образуется в нижнем слое атмосферы в результате фотохимических процессов, в которых принимают участие диоксид азота и летучие органические соединения. При больших концентрациях он имеет голубой цвет. Озон защищает живые организмы от прямого солнечного воздействия, является природным очистителем и обеззараживает воду и воздух, но для людей он является токсичным и вредным веществом. Он имеет накопительный эффект и попадая в организм человека действует медленно, он вызывает риск сердечно-сосудистых заболеваний и болезней дыхательных путей.

Аммиак (NH_3) — это также бесцветный газ с резким, едким запахом. Он известен в составе нашатырного спирта — это его десятипроцентный водный раствор. Аммиак раздражает слизистую оболочку глаз, вызывает удушье, а при высокой концентрации приводит к ожогам роговицы и слепоте, поражает нервную систему вплоть до необратимых изменений, снижает когнитивные функции мозга, провоцирует возникновение галлюцинаций [12].

Формальдегид (HCHO) — это бесцветный газ, с резким неприятным запахом. Обычно его содержание в атмосферном воздухе повышено в крупных городах, так как там находится большое количество транспортных средств, а формальдегид является продуктом сгорания от автотранспорта. Также на

химических и деревообрабатывающих предприятиях происходит большое количество выброса формальдегида.

Фенол (C_6H_5OH) – это бесцветный газ со специфическим запахом. Он пагубно влияет на человека и животных, так как является одним из промышленных загрязнителей. При вдыхании паров фенола возникает упадок сил, тошнота, головокружение. Фенол негативно влияет на нервную и дыхательные системы, а также на почки, печень и другие органы [12].

Также загрязняющим веществом является пыль, промышленные пыли делят на 4 класса, в зависимости от механизма их образования:

1. механическая пыль, которая получается в результате измельчения продукта в ходе технологического процесса;
2. возгоны, которые образуются в результате объёмной конденсации паров веществ при охлаждении газа, пропускаемого через технологический аппарат, установку или агрегат;
3. летучая зола, которая содержится во взвешенном состоянии в дымовом газе, как несгораемый остаток топлива и образуется при горении из его минеральных примесей;
4. промышленная сажа — это углерод, который входит в состав промышленного выброса, он образуется при неполном сгорании или термическом разложении углеводородов.

2.3 Источники загрязняющих веществ

Источниками загрязнения окружающей среды являются объекты, которые выделяют загрязняющие вещества в окружающую среду или вызывают их образование.

Основными источниками антропогенных аэрозольных загрязнений воздуха являются теплоэлектростанции, которые потребляют уголь. Сжигание

каменного угля, производство цемента и выплавка чугуна дают суммарный выброс пыли в атмосферу, равный 170 млн тонн в год [13].

В таблице 3 представлены основные источники поступления токсичных газов в атмосферу [13].

Таблица 3 - Основные источники поступления газов в атмосферу [13]

Загрязняющее вещество	Источники загрязнения	ПДК, мг/м ³
Двуокись серы SO ₂	Электростанции и домашние топки (бурый и каменный уголь, мазут), химические предприятия, металлургические заводы, производства сульфитной целлюлозы, коксовые заводы	ПДК _р = 0,5 ПДК _д = 0,05
Серный ангидрид SO ₃	Производства серной кислоты, отопление нефтепродуктами	ПДК _р = 0,5 ПДК _д = 0,05
Фтористый водород HF, тетрафторид кремния SiF ₄	Производства фтористых химикатов, фосфорных удобрений, алюминиевые заводы, цеха травления стекла, глазуровальные фабрики, кирпичные заводы, керамическая промышленность, потребители угля	ПДК _р = 0,02 ПДК _д = 0,005
Хлористый водород HCl, Хлор Cl ₂	Электролиз с выделением хлора, оцинкование, калийная промышленность, сжигание отходов полихлорвинила, бурого угля с повышенным содержанием солей	ПДК _р = 0,05 ПДК _д = 0,015 ПДК _р = 0,1 ПДК _д = 0,03
Соединения свинца	Выхлопные газы	ПДК _д = 0,0007
Угарный газ CO	Выхлопные газы, химическая промышленность	ПДК _р = 3,0 ПДК _д = 1,0
Окислы азота NO _x	Выхлопные газы, химическая промышленность	ПДК _р = 0,1 ПДК _д = 0,04
Сероводород H ₂ S	Производства светильного газа, сульфатной целлюлозы, вискозы, коксовые, нефтеперегонные заводы	ПДК _р = 0,015 ПДК _д = 0,008
Аммиак NH ₃	Комбинаты промышленного откорма животных, навозная жижа, производство азотных удобрений	ПДК _р = 0,3 ПДК _д = 0,1
Фотоокислители: пероксиацетилнитрат (ПАН), озон (O ₃)	В особых метеоусловиях образуются из выхлопных газов в нижних слоях воздуха	

Примечание. ПДК_р - предельно допустимые концентрации разового воздействия, ПДК_д – предельно допустимые концентрации длительного воздействия.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются:

1. Природные – загрязнители естественного происхождения, состоящие из минерального, растительного или микробиологического вещества. К ним относятся извержения вулканов, лесные и степные пожары, пыль в атмосфере, пыльца растений, естественные выделения животных, и пр.

2. Искусственные (антропогенные), которые можно разделить на несколько групп:

Транспортные — это загрязнители, которые образуются при работе автомобильного, железнодорожного, воздушного, морского и речного транспорта;

Производственные — это загрязнители, которые образуются как выбросы при технологических процессах, отоплении, на различных предприятиях;

Бытовые — это загрязнители, получившиеся с помощью сжигания топлива в жилье и переработкой бытовых отходов.

По составу антропогенные источники загрязнения атмосферы также можно разделить на несколько групп:

3. Механические загрязнители — это различная пыль, например от цементных заводов, пыль от сгорания угля в котельных, топках и печах, сажа от сгорания нефти и мазута, стирающиеся автопокрышки и пр.;

4. Химические загрязнители — это пылевидные или газообразные вещества, способные вступать в химические реакции;

5. Радиоактивные загрязнители - это вещества, со свойствами радиоактивности, такие как йод, америций и стронций. Цезий также является одним из основных компонентов загрязнения биосферы в ходе ядерных испытаний. Радиоактивный кобальт имеет искусственное происхождение, так как широко применяется в научных целях (например, в радиохирургии, модификации полимеров и пр.) [8].

Источниками одного из главного загрязняющего вещества в атмосфере — оксида азота — являются предприятия, которые производят азотные удобрения, анилиновые красители, азотную кислоту и нитраты, нитросоединения. Количество окислов азота, поступающих в атмосферу, составляет 65 млн тонн в год. От общего количества выбрасываемых в атмосферу оксидов азота на транспорт приходится 55 %, на энергетику — 28 %, на промышленные предприятия — 14 %, на мелких потребителей и бытовой сектор — 3 %.

2.4 Влияние автотранспорта на качество атмосферного воздуха

В течение последних сорока лет в Санкт-Петербурге наблюдался большой скачок роста автотранспорта – с начала 1990-х годов более чем в 10 раз (в 2019 году численность механических транспортных средств составила 2 046 445 ед.) До 2005 года в работе автотранспорта главенствовали изношенные автомобили старых моделей и применялось топливо более низкого качества. Тем самым, это негативным сказывалось на качестве городского воздуха и здоровье горожан.

С постепенным введением в последние годы на законодательном уровне РФ более жестких нормативов на выбросы загрязняющих веществ, произошло серьёзное обновление автопарка и заметно улучшилось качество производимого топлива. Это не также положительно отразилось на качестве городского воздуха. Атмосферный воздух в Санкт-Петербурге в общем соответствует жестким нормативам, за исключением периодов аномальных метеорологических условий в часы пик [5].

Негативно воздействующими факторами автомобильного транспорта на окружающую среду городов, являются:

- выбросы в атмосферу загрязняющих веществ с отработавшими газами двигателей, выбросы взвешенных частиц, которые образуются в результате износа покрышек шин, тормозных колодок и истирания дорожного полотна;

- загрязнение грунтовых вод токсичными стоками от автодорог, автомоек и стоянок автотранспорта;

- шумовое и вибрационное воздействие;

- потеря городского жизненного пространства (в современных городах до 50% площади приходится на дороги, гаражи, парковки, и заправочные станции) и увеличение площади пригородов, которые занимают места обитания диких животных и сельскохозяйственные земли;

-коррозия металлоконструкций, потеря урожая, омертвление растительности, захламливание городских территорий брошенными транспортными средствами и многое другое.

Из этих перечисленных проблем сейчас самой актуальной остается проблема сверхнормативного загрязнения воздушной среды городов токсичными загрязняющими веществами, которые поступают в атмосферный воздух с отработавшими газами автотранспорта; для Москвы и Санкт-Петербурга обычно в периоды неблагоприятных метеорологических условий, которые затрудняют естественный воздухообмен, а также в часы пик.

Переработанные газы, которые выделяются при сгорании топлива, представляют собой смесь из нескольких компонентов газообразных неорганических веществ, например таких как: оксид углерода (CO), диоксид серы (SO₂), двуокись углерода (CO₂), оксид азота (NO), аммиак (NH₃), тяжелые металлы и их соединения, включая свинец и его соединения, газообразных, парообразных и жидких органических веществ (метан, арены, бензол, альдегид), полициклических ароматических углеводородов (включая бензапирен) и мелкодисперсных взвешенных частиц, представленных в виде сажи – частиц размером менее 2,5 мкм. Примерно 98% от объема выбросов приходится на продукты полного сгорания топлива (углекислый газ и вода), и уже оставшаяся часть представлена токсичными и канцерогенными веществами. В таблице 4 представлена классификация транспорта по количеству выброса загрязняющих веществ [14].

Таблица 4 – Удельные выбросы отработавших газов по видам транспорта [14]

Вид транспорта	Удельные выбросы отработавших газов, кг/ч						
	оксид углерода (CO)	оксиды азота (NO _x)	углеводороды (CH)	сажа (C)	диоксид серы (SO ₂)	свинец (Pb)	Бенз(а)пирен
легковой автомобиль с бензиновым двигателем	0,210	0,0030	0,0150	-	0,0006	0,00026	0,12·10 ⁻⁶
легковой автомобиль с дизелем	0,008	0,0048	0,0036	0,0021	0,0024	-	-
грузовой автомобиль грузоподъемностью до 3 т с бензиновым двигателем	0,378	0,0045	0,0600	-	0,0012	0,00028	0,24·10 ⁻⁶
грузовой автомобиль грузоподъемностью свыше 3 т с бензиновым двигателем	1,104	0,0120	0,1776	-	0,00168	0,00045	0,26·10 ⁻⁶
грузовой автомобиль с дизелем	0,171	0,0486	0,0180	0,0042	0,0045	-	0,38·10 ⁻⁶
грузовой газобаллонный автомобиль на сжатом природном газе	0,386	0,0054	0,0156	-	0,0006	-	0,22·10 ⁻⁶
маневровый тепловоз	15,190	41,630	3,540	0,380	1,870	-	0,80·10 ⁻⁶
воздушное судно	6,920	233,900	1,080	0,324	39,950	-	-
морское судно	4,812	15,390	3,849	0,962	0,962	-	0,80·10 ⁻⁶

Проблема высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах актуальна не только для России, но и для всего мирового сообщества. По данным Всемирной организации здравоохранения, каждый год из-за большого загрязнения атмосферного воздуха умирают около 3,3 млн человек в мире. Большинство случаев летальных исходов наблюдаются в неблагополучных городах Китая, Пакистана, Индии, стран Латинской Америки [15].

2.5 Экологический мониторинг загрязнения атмосферного воздуха

Данные о концентрациях загрязняющих веществ в атмосфере и данные расчётного мониторинга, можно получить со станций автоматизированный системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга (АСМ)

Ежедневные наблюдения за количеством содержания озона, диоксида серы, оксида углерода и оксида азота в атмосферном воздухе города производят на газоанализаторах на станциях АСМ, которые принадлежат Комитету по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности.

В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями разовые и среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК) являются основными характеристиками токсичности примесей, содержащихся в воздухе. ПДК — это санитарно-гигиенический норматив, установленный Минздравсоцразвития России (СанПиН 2.1.6.1032-01).

Данные о концентрации загрязняющих веществ полученные при измерениях на стационарных постах, сопоставляют с ПДК, которые установлены гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» и оценивают качество атмосферного воздуха в районе.

Согласно введенному в действие с 01.02.2006 РД 52.04.667-2005 (Росгидромет) для характеристик загрязненности атмосферного воздуха используются следующие показатели:

средняя концентрация примеси (сравнивается со среднесуточной ПДК (ПДК_{с.с.}));

(СИ) — наибольшая разовая концентрация любого вещества, деленная на ПДК максимальную разовую (ПДК_{м.р.});

наибольшая повторяемость превышения концентрациями ПДК_{м.р.}, выраженная в процентах (НП, %);

комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) — учитывает вклад отдельных примесей в общий уровень загрязнения, выбираются пять примесей с наибольшими парциальными значениями ИЗА.

Показатели СИ и НП используют для оценки качества воздуха за прошедший месяц. А по комплексному показателю ИЗА определяют степень загрязнения атмосферы за год.

Значение комплексного показателя ИЗА рассчитывается поданным пяти примесей, которые имеют наибольшие общие значения ИЗА (но при расчете используют только те примеси, для которых имеются ПДКс.с.). По показателям ИЗА, СИ и НП различают степени загрязнения атмосферного воздуха, которые представлены в таблице 5 [16].

Таблица 5 - Оценка степени загрязнения атмосферы [16]

Градация	Степень загрязнения	Показатели		
		ИЗА	СИ	НП, %
1	Низкое	От 0 до 4	От 0 до 1	0
2	Повышенное	От 5 до 6	От 2 до 4	От 1 до 19
3	Высокое	От 7 до 13	От 5 до 10	От 20 до 49
4	Очень высокое	>14	>10	>50

Глава 3 Влияние загрязнения атмосферного воздуха на состояние растительности

3.1 Факторы, влияющие на состояние растительности

Качество жизни растений очень связано с условиями окружающей среды, в которых они находятся. Температуры, часто встречающиеся в данном районе, характер почв, количество осадков, биотические параметры и состояние атмосферы – эти условия, взаимодействуют между собой и определяют характер ландшафта и виды растений, которые являются его частью. Если меняются окружающие условия, то изменяется и растительный мир, его состояние. Различные изменения способны вызвать даже, казалось бы, незначительные вещи, разница в количестве осадков, выпадающих в разные годы. Если изменение условий весьма ощутимы, то растения, обладающие большой чувствительностью к таким изменениям, испытывают стресс, что может привести к гибели растения. Даже небольшие изменения одного параметра могут приводить к гибели растений [17].

В нормальных условиях в атмосфере находится большое количество различных компонентов, это как газообразные соединения, так и аэрозоли.

Помимо основных компонентов (это кислород, азот и диоксид углерода), в воздухе также содержатся различные химические соединения, которые тоже можно считать загрязнителями. К таким загрязнителям можно отнести некоторые углеводороды, которые выделяются самими растениями, а также серосодержащие соединения, которые являются продуктами жизнедеятельности бактерий. Такие биогенные источники производят около 11% от общего количества диоксида серы, попавшего в атмосферу. А оставшаяся часть образуется уже в результате деятельности человека, то есть поступает из антропогенных источников, которые загрязняют атмосферу. В большей степени это касается крупных промышленных центров, так как они расположены близко

друг к другу. Именно в промышленных центрах находится большое скопление частиц, которые загрязняют воздуха на Земле

В атмосфере всегда присутствует оксид азота. Иногда он образуется при электрических разрядах молний и в результате биологического окисления, а также бактериями. А из искусственных источников поступает только около 10% общего количества оксидов азота. Однако, эти источники играют важную роль, так как близко к городскому центру происходит концентрация этих загрязняющих веществ в атмосфере [8].

3.2 Чувствительность растений

Отравляющие газы попадают в мезофилл листа обычно через устьица. Попадая в подустыичную полость и просачиваясь через межклеточные пространства, они растворяются в межфибриллярной воде клеточной стенки, образуя соединения, которые разрушают наружную клеточную мембрану. Повреждения мембран проявляются в их повышенной проницаемости, в изменении рН и редокс- потенциала, а также изменение свойств биомембран может привести к трансформации ферментного обмена, сдвигам в содержании неорганических ионов и низкомолекулярных соединений [8].

Когда повреждению подверглось большое число растительных клеток, симптомы можно увидеть сразу. В большинстве случаев симптомы, вызываемые разными загрязнениями, могут быть похожи. Например, при воздействии высоких или низких температур, недостатке влаги или при химической обработке могут возникнуть такие же симптомы, как и при действии загрязнителей. К этим симптомам относятся, хлороз или некроз листьев.

Выявление первопричины повреждений, в большинстве случаев является трудной задачей. Чтобы поставить диагноз, необходимо провести оценку состояния в общей сложности. Нужно учесть разные факторы, такие как присутствие различных организмов или вирусов, распределение поврежденных

растений и то, в каком органе произошло повреждение, чувствительность растений к предлагаемому загрязняющему соединению, характеристики почв и местности, а также историю развития данной культуры или общее состояние экосистемы [7].

Роль диагностики в процессе исследования влияния загрязняющих веществ на растительность также же значимо как для любой другой науки. Показатели исследований и опыт людей в данной области облегчают процесс предупреждения заболеваний, и их устранения.

Относительная чувствительность различных видов растений к действию данного загрязняющего вещества является одним из наиболее важных и нужных критериев при диагностике.

Чувствительность представляет собой относительную величину, но при одних и тех же условиях, для определенных видов вредные воздействия проявляются при наиболее низких концентрациях загрязнений. То есть для каждого из загрязняющих веществ существуют свои наиболее чувствительные к этому виды растений, которые представлены в таблице 6 [8].

Таблица 6 - Виды растений, обладающих наибольшей чувствительностью к основным атмосферным загрязнителям [8]

Вид растений	Диоксид серы (SO ₂)	Оксид азота (NO _x)	Озон (O ₃)
Пихта серебристая	Ч	П	Ч
Лиственница европейская	П	Ч	П
Лиственница японская	У	Ч	П
Берёза европейская	П	Ч	П
Бук европейский	П	У	У
Акация чёрная	У	У	У
Липа узколистная	У	У	У
Люцерна	Ч	Ч	Ч
Картофель	У	П	Ч
Огурцы	Ч	-	П
Капуста	У	Ч	П
Морковь	Ч	Ч	П
Помидоры	Ч	П	Ч
Горох	Ч	Ч	П
Яблоня	Ч	Ч	П

Примечание. У- устойчивые, Ч- чувствительные, П- промежуточной чувствительности

3.3 Влияние загрязняющих веществ на здоровье человека

Загрязнение атмосферного воздуха, особенно в крупных городах, также влияет на здоровье человека, возникают новые заболевания и уровень качества жизни населения начинает падать. По словам экспертов ВОЗ, ситуация обостряется и становится критической, что может привести население Земли к проблеме ранней смертности, и государству, для защиты своих граждан, придется тратить большие суммы денег на лечение хронических заболеваний своих граждан, таких как: нарушение работы сердца и даже старческое слабоумие.

Повышенные концентрации в атмосферном воздухе таких загрязнителей, как диоксиды серы и азота, бензапирен и формальдегид, оксиды азота и

углерода, оказывают негативное влияние на состояние экосистемы и здоровье людей. Сначала диоксид серы наносит удар по органам дыхания, глазам, центральной нервной системе, коже.

Диоксид азота и формальдегид обладают раздражающим действием на слизистые оболочки и органы дыхания. Действие высоких концентраций оксида углерода приводит к острому отравлению, при хроническом воздействии наблюдается увеличение содержания в крови карбоксигемоглобина, изменение психомоторных реакций у детей. Бензапирен провоцирует раковые заболевания [8].

3.4 Последствия загрязнения атмосферного воздуха

Воздействие на растительность загрязняющего вещества зависит от количества вещества и времени его воздействия на растения. Но каждый вид растительности по-своему реагирует на действие различных веществ. А также под влиянием геофизических факторов реакция растения может быть усилена или ослаблена. На растительность осаждается большое количество загрязняющих веществ по мере их выпадения из атмосферы. Затем эти вещества проникают в растения и их внутриклеточное пространство, где небольшое количество вещества поглощается клетками растения и может возникнуть взаимодействие с компонентами клетки. По окончании всех процессов можно выявить токсичность загрязняющего вещества [6].

Проявляться токсичное действие различных видов загрязнений на растительность может несколькими способами, но обычно оно приводит к нарушению обмена веществ. Каждое вещество по-разному воздействует на биохимические и физиологические процессы в растениях. Реакция на эти воздействия проявляется в нарушениях структуры и функций всей системы или её отдельных компонентов. Эти нарушения можно заметить по определённым

ряду признаков. Самые общие признаки нарушения древесной растительности в условиях антропогенных и техногенных загрязнений можно выделить:

- появление сухостоя и ослабленных деревьев среди пород - доминантов (ель в ельнике, дуб в дубраве, берёза в березняке);

- заметное уменьшение размеров хвои и листвы этого года по сравнению с прошлыми годами;

- преждевременное пожелтение и опадение листвы;

- замедление прироста деревьев по высоте и диаметру;

- появление хлорозов (т. е. раннего старения листьев) и некрозов (т. е. омертвление участков тканей растений также под действием загрязняющих веществ) хвои и листвы. Также положение некроза на растении и его цвет позволяют определить степень воздействия загрязняющего вещества на растение.

Выделяют:

- 1) краевой некроз - отмирание ткани по краям листа;

- 2) срединный некроз - отмирание листовой ткани между жилками;

- 3) точечный некроз - омертвление ткани листа в виде точек и небольших пятен, рассыпанных по всей поверхности листа;

Также признаками являются:

- сокращение срока жизни хвои;

- заметное увеличение, повреждённое деревьев болезнями и вредителями (грибами и насекомыми);

- впадение из лесного сообщества трубчатых грибов и снижение видового состава и численности пластинчатых грибов;

- уменьшение видового состава и встречаемости основных видов эпифитных лишайников (живущих на стволах деревьев) и уменьшение степени покрытия площади стволов деревьев лишайниками [18].

3.5 Значимость растительности

В вегетационный период, пыли под деревьями наблюдается меньше на 42,2%, а при отсутствии листвы на 37,5%

Лесные насаждения помогают сохранять пылезащитную способность даже в безлистном состоянии. В одно время деревья поглощают не только пыль, но и вредные примеси: на деревьях и кустарниках оседает до 72 % пыли и 60 % сернистого газа.

Фильтрующая роль зелёных насаждений объясняется тем, что одна часть газов поглощается в процессе фотосинтеза, другая рассеивается в верхние слои атмосферы благодаря вертикальным и горизонтальным воздушным потокам, возникающим в связи с перепадом температур воздуха на открытых участках и под пологом леса.

Пылезащитная способность зелёных насаждений заключается в механическом задержании пыли и газов и последующем смывании их дождём. Один гектар леса за год очищает 18 млн. м³ воздуха [17].

Вблизи цементных заводов проводились исследования о пылезадерживающей способности деревьев, которые показали, что за вегетационный период тополь чёрный осаждаёт до 44 кг/га, тополь белый- 53 кг/га, ива белая- 34 кг/га, клён ясенелистный-30 кг/га пыли. Под влиянием зелёных насаждений концентрация сернистого газа на расстоянии 1000 м от ТЭЦ, металлургического завода и химического комбината снижается на 20-29 %, а на расстоянии 2000 м на 38-42 %. Наиболее эффективно поглощают сернистый ангидрид берёзовые насаждения.

Одно дерево за вегетационный период обезвреживает соединения свинца, содержащиеся в 130 кг бензина. У растений вдоль шоссе содержание свинца равно 35-50 мг на 1 кг сухого вещества, а в зоне чистой атмосферы — 3-5 мг. Активно поглощаются растениями алкаин, ароматические углеводороды, кислоты, эфиры, спирты и т. д.

На опустыненных городских почвах насаждения более восприимчивы к газовым интоксикантам. Внесение в такие почвы минеральных и органических удобрений повышает газоустойчивость древесных пород.

Существует несколько видов воздействия загрязнения воздуха на растения, которые можно условно разделить на явления острого воздействия высоких концентраций загрязняющих веществ за короткий промежуток времени и явления хронического воздействия низких концентраций за более продолжительный период.

Хлороз и некроз тканей листьев являются примерами явлений острого воздействия, а также опадение листвы, плодов, лепестков цветков, свёртывание листьев, искривление стеблей.

Явлениями хронического воздействия относятся замедление или прекращение нормального роста или развития растения хлороз или некроз верхушек листьев; медленное увядание растения или его органов. Часто проявление хронического или острого воздействия бывают специфическими для отдельных загрязняющих веществ или их сочетаний [19].

Глава 4 Состояние растительности в Красногвардейском районе

4.1 Оценка качества атмосферного воздуха

Основными источниками антропогенного загрязнения города являются промышленные предприятия, автотранспорт, инженерные сети, коммунальные и энергетические объекты.

В качестве параметров качества воздуха были выбраны средние концентрации 10 основных рассматриваемых веществ, в том числе: 2 класса опасности (формальдегид, фенол), 3 класса опасности (пыль, взвешенные частицы, диоксид серы, диоксид азота), 4 класса опасности (оксид углерода, аммиак). Эти вещества являются постоянным объектом мониторинговых наблюдений, которые проводит Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (государственная сеть наблюдений ФГБУ УГМС)

Оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха выполнена по данным сети станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ) и специализированных станций Глобальной службы атмосферы (ГСА ВМО) [20].

Оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха была выполнена автоматизированной системой мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга, в которую входит 25 автоматических станции мониторинга загрязнения атмосферного воздуха. Станции АСМ-АВ расположены во всех 18 административных районах Санкт-Петербурга. На автоматических станциях проходит круглосуточное определение (каждые 20 минут) взвешенных частиц диаметром менее 2,5 мкм (PM_{2,5}) или взвешенных частиц диаметром менее 10 мкм (PM₁₀), диоксида серы (SO₂), оксида углерода (CO), диоксида азота (NO₂), оксида азота (NO), озона (O₃). На станциях, оснащённых автоматизированными

хроматографами, определяется фенол, ароматические углеводороды (бензол, изомеры ксилолы толуол, этилбензол).

Для оценки качества атмосферного воздуха, полученные концентрации загрязняющих веществ (в $\text{мг}/\text{м}^3$, $\text{мкг}/\text{м}^3$) сравнивают с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) [22].

В Красногвардейском районе расположено 3 автоматические станции и 1 пост наблюдения, следящий за динамикой загрязнения атмосферного воздуха в районе. Автоматические станции расположены по адресам:

- 1) Автоматическая станция № 13, шоссе Революции, д.84
- 2) Автоматическая станция № 14, Уткин пр. д.,16
- 3) Автоматическая станция № 04, Малоохтинский пр., д. 98

Пост расположен по адресу:

- 1) Пост № 27, пр.Металлистов, д.3

На рисунке 3 отмечены местонахождения автоматических станций и поста [20]

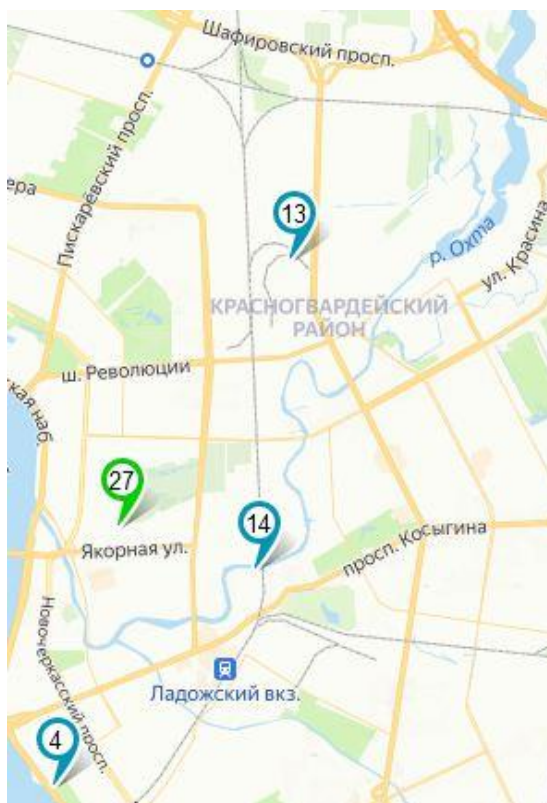


Рисунок 3 - Местоположение автоматизированных станций и поста наблюдения [20]

Анализ загрязнения атмосферного воздуха проведен с использованием средних значений концентраций веществ в воздухе, измеряемых на станциях комплексного фонового мониторинга в день описания.

Анализ указанных данных заключался в сравнении фактических показателей с фоновыми и последующей оценке актуального состояния атмосферного воздуха, исходя из превышений значений предельно допустимой концентрации веществ.

4.2 Данные с автоматизированных постов

На посту наблюдения №27, который находится по адресу пр.Металлистов, 3 были получены следующие данные, которые представлены на рисунке 4:



Рисунок 4 – Динамика загрязнения атмосферного воздуха на посту
№27[20]

На посту №27 по адресу Металлистов, 3 измерения концентраций веществ в атмосферном воздухе проводились в разное время. Ежедневно в 01:00, 07:00, 13:00 и 19:00 по Московскому времени для показателей : диоксид азота, формальдегид, аммиак и фенол.

В 07:00 и 19:00 по московскому времени проводились измерения концентрации веществ в атмосферном воздухе для пыли общей и оксида углерода.

Среднесуточные концентрации диоксида азота, формальдегида, аммиака, фенола, пыли и оксида углерода не превышали 0,5 м.р. ПДК за 06.05.2022

ПДК м.р. <1 были отмечены 07.05 в 01:00 по показателям: диоксид азота и аммиак. Также 11.05 в 07:00 по показателям: диоксид азота и пыль общая, и 14.05 в 19:00 по показателю: аммиак. Значимых превышений: не выявлено. Данные представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – среднегодовые уровни загрязняющих веществ №27 [20]

По оценке среднегодовых значений для поста №27 за 6 лет в период 2013-2018 года можно сказать, что заметно снизилась концентрации общей пыли в атмосферном воздухе с максимального - 1,00 (в 2014 году) до минимального - 0,62 (в 2018 году). Произошло увеличение количества этилбензола в воздухе, по сравнению с 2013-2016 годами, у остальных показателей заметных изменений обнаружено не было.

На автоматической станции №4 по адресу: Малоохтинский проспект, 98 проводились измерения по показателям: оксид углерода, взвешенные частицы

диаметром меньше 2,5 мкм и диаметром меньше 10 мкм, также оксид и диоксид азота, озон и диоксид серы.

Измерения проводились в период с 2015 по 2020 года. Данные представлены на рисунке 6.



Рисунок 6 – среднегодовые уровни загрязняющих веществ на станции №4[20]

По графикам видно как заметно с годами уменьшается количество диоксида азота в атмосфере, с максимального - 0,83 (в 2016 году) до минимального - 0,62 (в 2020 году). Также немного уменьшилась концентрация оксида азота с максимального - 0,4 (в 2018 году) до минимального - 0,24 (в 2020 году) , а также уменьшилась концентрация диоксида серы , с максимального - 0,1 (в 2018 году) до минимального -0,05 (в 2020 году) у остальных показателей заметных изменений обнаружено не было.

По таблице 7 можно определить зону загрязнения и среднегодовую концентрацию SO₂ в атмосфере.

Исходя из данных со станции № 4, где концентрация SO₂ в 2020 году составляет 0,04 единиц. То в данном районе зона является «относительно чистой» [8].

Таблица 7 - Оценка зоны загрязнения [8]

ИП	Концентрация SO ₂ в атмосфере, мг/м ³	Зона
1-2	-	Очень чистая
2-5	0,01-0,03	Чистая
5-7	0,03-0,08	Относительно чистая
7-10	0,08-0,10	Умеренно загрязнённая
10	0,10-0,30	Сильно загрязнённая
0	Более 0,3	Очень сильно загрязнённая

На автоматической станции №14 по адресу: Уткин проспект, 16 проводятся ежедневные измерения концентраций веществ: оксид углерода, озон, диоксид азота и взвешенные частицы диаметров до 10 мкм. Данные представлены на рисунке 7.

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности

Автоматическая станция № 14, Уткин пр. д.16

По указанному адресу станция функционирует с 26.07.2018

Динамика загрязнения атмосферного воздуха за 30 дней

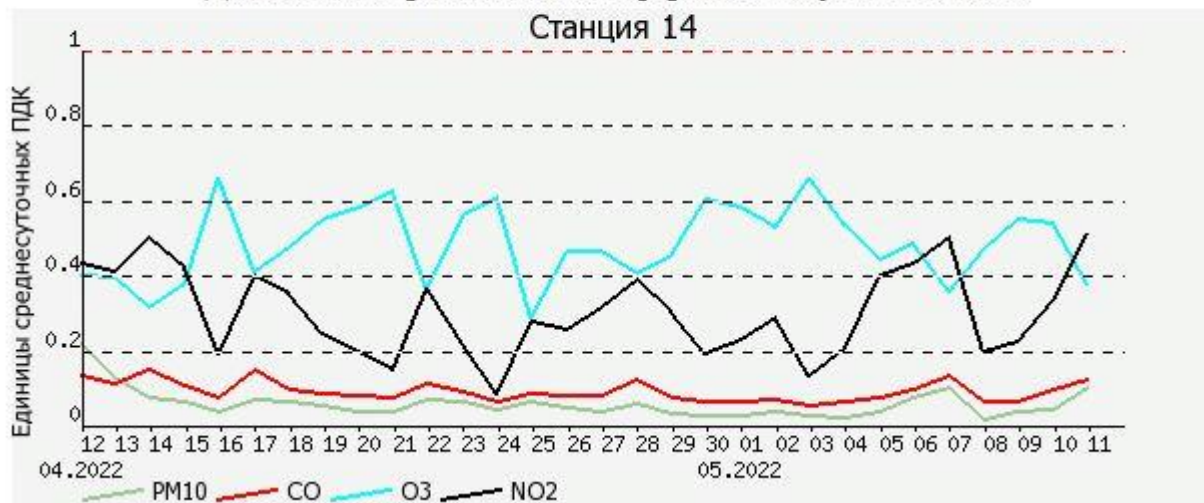


Рисунок 7 – Динамика загрязнения атмосферного воздуха на станции №14 [20]

По ежемесячному графику видно, как изменяется концентрация озона в атмосфере и количество диоксида углерода в воздухе. В день визуальной оценки

растительности (08.05) показатели имели значения: оксид углерода – 0,1; озон- 0,58 ; диоксид азота – 0,2 и взвешенные частицы 0,02.

На автоматической станции № 23 по адресу: Шоссе революции, 84 проводятся ежедневные измерения концентраций веществ: диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и взвешенных частиц диаметром до 10 мкм.

А также проводятся ежедневный контроль уровня радиационной обстановки в районе. Данные представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Динамика загрязнения атмосферного воздуха на станции №13[20]

По графику видно, как сильно изменяется уровень диоксида азота, а также заметно увеличивается уровень диоксида серы в атмосферном воздухе. В день визуальной оценки растительности (07.05) показатели имели следующие значения: диоксид серы – 0,1; оксид углерода – 0, 18; диоксид азота – 0,58; взвешенные частицы – 0,3. По таблице 7 можно сказать, что зона является «умеренно загрязнённой» так как имеет значения диоксида серы в пределах 0,08-0,10 единиц.

Данные по радиационной обстановке в Красногвардейском районе на 12 мая, при ПДК м.р. от 0,0 до 0,1% представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Радиационная обстановка на 12.05.2022 [20]

Текущие данные контроля радиационной обстановки											
N	Дата, время	Мощность дозы, мкЗв/час	N	Дата, время	Мощность дозы, мкЗв/час	N	Дата, время	Мощность дозы, мкЗв/час	N	Дата, время	Мощность дозы, мкЗв/час
1	12.05.2022 03:40	0.076	9	12.05.2022 06:20	0.100	17	12.05.2022 09:00	0.110	25	12.05.2022 11:40	0.075
2	12.05.2022 04:00	0.091	10	12.05.2022 06:40	0.074	18	12.05.2022 09:20	0.106	26	12.05.2022 12:00	0.084
3	12.05.2022 04:20	0.074	11	12.05.2022 07:00	0.089	19	12.05.2022 09:40	0.108	27	12.05.2022 12:20	0.080
4	12.05.2022 04:40	0.079	12	12.05.2022 07:20	0.105	20	12.05.2022 10:00	0.084	28	12.05.2022 12:40	0.110
5	12.05.2022 05:00	0.081	13	12.05.2022 07:40	0.112	21	12.05.2022 10:20	0.097	29	12.05.2022 13:00	0.112
6	12.05.2022 05:20	0.101	14	12.05.2022 08:00	0.079	22	12.05.2022 10:40	0.120	30	12.05.2022 13:20	0.112
7	12.05.2022 05:40	0.098	15	12.05.2022 08:20	0.075	23	12.05.2022 11:00	0.074	31	12.05.2022 13:40	0.095
8	12.05.2022 06:00	0.092	16	12.05.2022 08:40	0.077	24	12.05.2022 11:20	0.075			

По таблице видно, что среднее значение за сутки мощности дозы равняется 0, 123 мкЗв/час. Данные значения не являются значительным превышением и значимых нарушений выявлено не было.

Данные по радиационной обстановке в Красногвардейском районе на 21 мая при ПДК м.р. от 0,0 до 0,1% представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Радиационная обстановка на 21.05.2022 [20]

Текущие данные контроля радиационной обстановки											
N	Дата, время	Мощность дозы, мкЗв/час	N	Дата, время	Мощность дозы, мкЗв/час	N	Дата, время	Мощность дозы, мкЗв/час	N	Дата, время	Мощность дозы, мкЗв/час
1	21.05.2022 14:40	0.074	9	21.05.2022 17:20	0.091	17	21.05.2022 20:00	0.074	25	21.05.2022 22:40	0.093
2	21.05.2022 15:00	0.094	10	21.05.2022 17:40	0.074	18	21.05.2022 20:20	0.082	26	21.05.2022 23:00	0.103
3	21.05.2022 15:20	0.122	11	21.05.2022 18:00	0.084	19	21.05.2022 20:40	0.092	27	21.05.2022 23:20	0.111
4	21.05.2022 15:40	0.112	12	21.05.2022 18:20	0.074	20	21.05.2022 21:00	0.074	28	21.05.2022 23:40	0.075
5	21.05.2022 16:00	0.094	13	21.05.2022 18:40	0.076	21	21.05.2022 21:20	0.075	29	22.05.2022 00:00	0.074
6	21.05.2022 16:20	0.083	14	21.05.2022 19:00	0.074	22	21.05.2022 21:40	0.083	30	22.05.2022 00:20	0.074
7	21.05.2022 16:40	0.074	15	21.05.2022 19:20	0.074	23	21.05.2022 22:00	0.076	31	22.05.2022 00:40	0.077
8	21.05.2022 17:00	0.097	16	21.05.2022 19:40	0.075	24	21.05.2022 22:20	0.080			

По таблице видно, что среднее значение мощности дозы составляет 0,107мкЗв/час. Данные значения не являются значительным превышением и значимых нарушений выявлено не было.

По таблицам можно сделать вывод, что максимальная мощность дозы радиации приходится на утро (07:00) и на вечер (23:00)

Данные по среднегодовому уровню загрязняющих веществ на станции №13 представлены на рисунке 9.

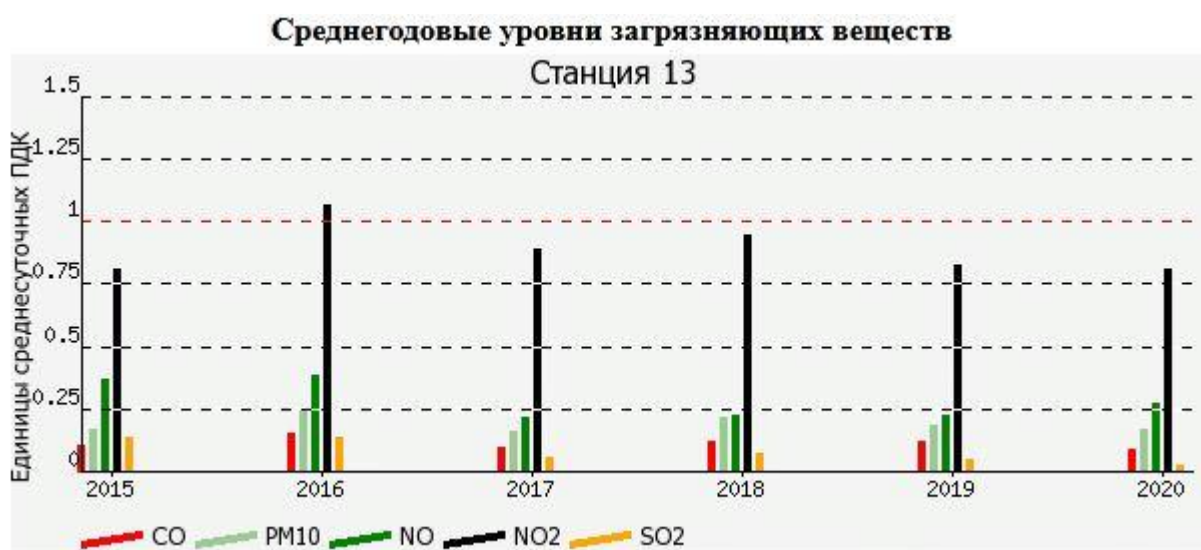


Рисунок 9 – Среднегодовые уровни загрязняющих веществ на станции №13[20]

По таблице среднегодового уровня, где измерялись: оксид углерода, взвешенные частицы диаметром до 10 мкм, оксид азота, диоксид азота и диоксид серы, видно как значительно изменялся уровень диоксида азота с максимального - 1,2 (в 2016 году) до минимального - 0,76 (в 2020 году) и оксида азота с максимального - 0,4 (в 2016 году) до минимального - 0,26 (в 2020 году).

4.3 Визуальная оценка состояния растительности

Для выполнения задачи по оценке уровня воздействия загрязнения на растительность на выбранной территории была проведена визуальная оценка состояния растительности в Красногвардейском районе по методике оценки экологического состояния зелёных насаждений Санкт-Петербурга распоряжением Правительством Санкт-Петербурга комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности от 3 февраля 2021 года N 17-р.

Были выбраны 4 площадки, рядом с автоматическими станциями мониторинга загрязнения атмосферного воздуха. Эти территории были выбраны потому, что состояние растительности можно сопоставить с официальными данными по уровню содержания загрязняющих веществ, регистрируемыми на стационарных постах наблюдения.

Площадка №1 для описания состояния растительности по адресу пр.Металлистов (от пересечения с ул.Якорной до пересечения с ул. Шепетовской) представлена в приложении 1.

Визуальная оценка состояния растительности на участке 1 по адресу: проспект металлистов, 3 дала следующие результаты, которые приведены в таблице 10:

Таблица 10 - Характеристика объекта зеленых насаждений

Название объекта (Адрес)
пр.Металлистов (от пересечения с ул.Якорной до пересечения с ул. Шепетовской)
ЗНОП мест. Значения, ЗН спец. назнач: озеленение улиц
Район СПб: Красногвардейский
Группа насаждения: <u>улицы магистральные</u> . Код: 21*
Характеристика рельефа и увлажнения почвы: ровно
В основном: переувлажнение
Интенсивность движения: умеренное
Преобладающий элемент растительности
<u>Травянистая растительность</u> : 80% площади озеленения (включая цветники),
Присутствие деревьев: ряды, единично
Вытоптано, 10 % площади объекта; Тропы вне сети дорожек: нет

Не засеваемые или без признаков посева
Категория состояния: 2
ДАТА: 07.05.2022

Примечание. *21 - линейное озеленение магистральных улиц общегородского и районного значения (магистральные городские дороги 1-го и 2-го класса, магистральные улицы общегородского значения 1-го, 2-го и 3-го класса, магистральные улицы районного значения) с преобладанием древостоев - массив или многорядная посадка деревьев (деревья, соприкасающиеся кронами, занимают более 50% площади озеленения).

Это объекты ЗН специального назначения в части озеленения улиц, а также прилежащие к магистральным улицам бульвары, аллеи, набережные и скверы ЗНОП городского и местного значения, служащие для движения пешеходов и прогулок по благоустроенным дорожкам, и краткосрочного отдыха.

Характеристика пробной площади №1 с оценкой состояния насаждений, представлена в таблицах 11,12,13.

Таблица 11 - Характеристика пробной площади. Газон, категория состояния 2

<u>Вытопанные участки</u>	<u>Травостой</u>	<u>Сорные (нежелательные) растения</u>	<u>Состав некультивируемых растений</u>
<10%	Нарушенный, неоднородный	Мало	Разнотравье
<u>Стрижка (кошение)</u>		<u>Цвет</u>	<u>Травостой под кронами деревьев</u>
Иногда		Зеленый	Изрежен

Таблица 12 - Характеристика пробной площади. Кустарники

N	Вид	Площадь группы, м /длина изгороди, м/одинач., шт.	Средняя высота, м	% усохших ветвей	Поврежден ия	Категория состояния 1-3
1	Жимолость татарская	10 м ²	2	-	-	1
2	Спирея средняя	2 м ²	2	-	-	1
Загущенная посадка: нет						

Таблица 13 - Характеристика пробной площади. Дрестой

N	Вид (порода)	Дли на окр ужн ост и ств ола, см	Выс ота, м	Класс возраста, лет: 1- до 10 лет; 2 - 10-20; 3 - 20-40; 4 - 40-60; 5 - > 60	% усохш их ветвей	Повреждения , болезни, вредители	Категори я состояни я 1-6 Прилож.	Кол-во, шт.
1	Ясень обыкновенный	177	17	4	10	Трещина ствола	2	1
2	Тополь черный	99	26	4	10	Муравьи	2	2
3	Ясень	115	25	3	2	-	1	1
4	Берёза повислая	60	20	3	-	Муравьи	2	1
5	Тополь	77	7	3	60	Муравьи	4	1
6	Клён остролистный	6	2	1	-	-	1	1
7	Тополь	208	30	5	20	Наросты на коре	1	4
8	Тополь	146	30	4	5	-	1	4
9	Тополь	314	40	5	30	-	2	1
10	Липа сердцелистная	108	26	5	-	-	1	2
11	Тополь	110	28	5	99	Грибы, дупло	5	1
12	Клён	96	15	4	-	-	1	1
13	Липа	113	20	4	-	-	1	1
14	Липа	122	20	4	5	Рак ступенчатый	1	1
Загущенная посадка: нет								

Состояние деревьев соответствует своему возрастному классу. Наблюдаются повреждения, встречающиеся у растений практически на всех объектах зеленых насаждений – это наросты на коре, муравьи, трещины ствола и грибы у основания. Визуальная оценка состояния растительности на данном участке не выявила признаков сильной деградации под воздействием дорожно-транспортной сети. Единственное, что можно отметить для деревьев, находящихся в непосредственной близости от дорожного полотна – сильное запыление стволов.

Площадка №2 для описания состояния растительности по адресу пр. Уткина (вдоль набережной р.Охта) представлена в приложении 2. Визуальная

оценка состояния растительности на участке 2 по адресу: проспект Уткина (вдоль набережной реки Охта) дала следующие результаты, которые представлены в таблицах 14,15.16:

Таблица 14 - Характеристика объекта зеленых насаждений

Название объекта (Адрес)
пр. Уткина (вдоль набережной р.Охта)
ЗНОП мест. Значения, ЗН спец. назнач: озеленение улиц
Район СПб: Красногвардейский
Группа насаждения: <u>улицы магистральные</u> . Код: 27а*
Характеристика рельефа и увлажнения почвы: склон В основном: переувлажнение
Интенсивность движения: умеренное
Преобладающий элемент растительности <u>Травянистая растительность</u> : 80% площади озеленения Присутствие деревьев: ряды
Вытопано, 15 % площади объекта; Тропы вне сети дорожек: нет Засеяны травосмесью
Категория состояния: 2
ДАТА : 08.05.2022

Таблица 15 - Характеристика пробной площади. Газон, категория состояния 2

<u>Вытопанные участки</u>	<u>Травостой</u>	<u>Сорные (нежелательные) растения</u>	<u>Состав некультивируемых растений</u>
20-50%	Нарушенный, Неоднородный	Мало	Разнотравье
<u>Стрижка (кошение)</u>		<u>Цвет</u>	<u>Травостой под кронами деревьев</u>
Регулярно		Зеленый	Изрежен

Таблица 16 - Древостой. Перечетная ведомость деревьев

№	Вид (порода)	Длина окруж ности ствола, см	Выс ота, м	Класс возраста, лет: 1 - до 10; 2 - 10-20; 3 - 20-40; 4 - 40-60; 5>60	% усохши х ветвей	Поврежден ия, болезни, вредители	Катег ория состо яния 1-6 Прило ж	Колич ество, шт.
1	Берёза обыкновенная	115	23	3	-	-	1	1
2	Тополь чёрный	99	25	3	2	-	1	4
3	Берёза	50	20	3	-	-	1	2
4	Берёза	60	20	3	-	Муравьи	2	2
5	Осина обыкновенная	70	20	3	5	Рак	2	1
6	Осина	65	18	2	-	-	1	2
7	Берёза	45	18	2	-	-	1	4
8	Осина	40	20	2	-	-	1	4
9	Берёза	38	20	2	-	Муравьи	1	3
10	Липа сердцелистная	47	18	2	-	-	1	1
11	Ива ломкая	90	25	5	50	Муравьи, дупло	3	1
12	Берёза	35	15	2	-	-	1	4
13	Берёза	50	25	3	5	Рак, муравьи	2	1
14	Ива	65	20	4	20	Трещина	2	3
Загущенная посадка: нет								

Примечание. *27а - линейное озеленение улиц и дорог местного значения с движением автотранспорта (улицы в зонах жилой застройки, улицы в общественно-деловых и торговых зонах, улицы и дороги в производственных зонах) с рядовыми посадками деревьев (обычно 1-2 ряда). с санитарно-гигиенической функцией и расположением ряда деревьев на расстоянии менее 5 м от проезжей части до стволов;

Состояние деревьев соответствует своему возрастному классу. Наблюдаются повреждения, встречающиеся у растений практически на всех объектах зеленых насаждений – это муравьи, трещины ствола. Также стоит обратить внимание на учащённые случаи заболевания деревьев раковыми заболеваниями.

Визуальная оценка состояния растительности на данном участке не выявила признаков сильной деградации под воздействием дорожно-транспортной сети. Единственное, что можно отметить для деревьев,

находящихся в непосредственной близости от дорожного полотна – сильное запыление стволов.

Площадка №3 для описания состояния растительности по адресу Уманский пер. (вдоль здания по адресу Шоссе революции 84) представлена в приложении 3.

Визуальная оценка состояния растительности на участке 3 по адресу Уманский пер. (вдоль здания по адресу шоссе Революции, 84) дала следующие результаты, представленные в таблицах 17,18,19:

Таблица 17 - Характеристика объекта зеленых насаждений

Название объекта (Адрес)
Уманский пер. (вдоль здания по адресу Шоссе революции 84)
ЗНОП мест. Значения, ЗН спец. назнач: озеленение улиц
Район СПб: Красногвардейский
Группа насаждения: <u>улицы магистральные</u> . Код: 226*
Характеристика рельефа и увлажнения почвы: ровно В основном: сухо
Интенсивность движения: умеренное
Преобладающий элемент растительности <u>Травянистая растительность</u> : 80% площади озеленения, <u>Присутствие деревьев</u> : ряды, единично
Вытоптано, 5 % площади объекта; Тропы вне сети дорожек: нет Не засеваемые или без признаков посева
Категория состояния: 2
ДАТА : 07.05.2022

Таблица 18 - Характеристика пробной площади. Газон, категория состояния 2

<u>Вытопанные участки</u>	<u>Травостой</u>	<u>Сорные (нежелательные) растения</u>	<u>Состав некультивируемых растений</u>
<10%	Неоднородный	Мало	Разнотравье
<u>Стрижка (кошение)</u>		<u>Цвет</u>	<u>Травостой под кронами деревьев</u>
Иногда		Зеленый	Развит

Таблица 19 - Дрестостой. Перечетная ведомость деревьев

№	Вид (порода)	Длина окружности ствола, см	Высота, м	Класс возраста, лет: 1- до 10; 2- 10-20; 3- 20-40; 4 - 40-60; 5>60	% усохших ветвей	Повреждения, болезни, вредители	Категория состояния 1-6 Прилож.	Количество, шт.
1	Тополь чёрный	98	25	4	-	-	1	5
2	Тополь	120	25	4	2	-	1	5
3	Тополь	118	25	4	-	-	1	4
4	Тополь	115	25	4	1	Муравьи	1	3
5	Тополь	99	25	4	-	Рак, муравьи	1	1
6	Тополь	110	25	4	-	Трещина	1	1
7	Тополь	102	25	4	5	Наросты на коре	1	1

Примечание. *226 - Линейное озеленение магистральных улиц общегородского и районного значения (магистральные городские дороги 1-го и 2-го класса, магистральные улицы общегородского значения 1-го, 2-го и 3-го класса, магистральные улицы районного значения) с рядовыми посадками деревьев (обычно 1-2 ряда). С рекреационно-транзитной функцией и расположением ряда деревьев на расстоянии менее 5 м от проезжей части до стволов;

Состояние деревьев соответствует своему возрастному классу. Наблюдаются повреждения, встречающиеся у растений практически на всех объектах зеленых насаждений – это муравьи, трещины ствола, наросты на коре.

Визуальная оценка состояния растительности на данном участке не выявила признаков сильной деградации под воздействием дорожно-транспортной сети. Единственное, что можно отметить для деревьев, находящихся в непосредственной близости от дорожного полотна – сильное запыление стволов.

Площадка №4 для описания состояния растительности по адресу Малоохтинский пр. (Напротив здания Малоохтинский пр, 98) представлена в приложении 4. Визуальная оценка состояния растительности на участке 4 по

адресу Малоохтинский пр. (Напротив здания Малоохтинский пр, 98) дала следующие результаты, которые представлены в таблицах 20,21,22,23:

Таблица 20 - Характеристика объекта зеленых насаждений

Название объекта (Адрес)
Малоохтинский пр. (Напротив здания Малоохтинский пр, 98)
ЗНОП мест. Значения, ЗН спец. назнач: озеленение улиц
Район СПб: Красногвардейский
Группа насаждения: <u>улицы магистральные</u> . Код: 21*
Характеристика рельефа и увлажнения почвы: ровно В основном: умеренное увлажнение
Интенсивность движения: интенсивное
Преобладающий элемент растительности <u>Травянистая растительность</u> : 80% площади озеленения, Присутствие деревьев: ряды, единично
Вытопано, 2 % площади объекта; Тропы вне сети дорожек: нет Не засеваемые или без признаков посева
Категория состояния: 2
ДАТА : 13.05.2022

Таблица 21 - Характеристика пробной площади. Газон, категория состояния 2

<u>Вытопанные участки</u>	<u>Травостой</u>	<u>Сорные (нежелательные) растения</u>	<u>Состав некультивируемых растений</u>
<10%	Неоднородный	Мало	Разнотравье
<u>Стрижка (кошение)</u>		<u>Цвет</u>	<u>Травостой под кронами деревьев</u>
Иногда		Зеленый	Изрежен

Таблица 22 – Характеристика пробной площади. Кустарники

N	Вид	Площадь группы, м /длина изгороди, м/одиоч., шт.	Средняя высота, м	% усохших ветвей	Повреждения	Категория состояния 1-3
1	Шиповник	30 м ²	1	-	-	1
2	Кизильник блестящий	30 м ²	0,5	-	-	1
Загущенная посадка: нет						

Таблица 23 - Древостой. Перечетная ведомость деревьев

N	Вид (порода)	Длина окружности ствола, см	Высота, м	Класс возраста, лет: 1 - до 10; 2 - 10-20; 3 - 20-40; 4 - 40-60; 5 > 60	% усохших ветвей	Повреждения, болезни, вредители	Категория состояния 1-6 Прилож.	Количество, шт.
1	Липа сердцевидная	55	10	2	2	Трещина ствола	1	1
2	Липа	53	11	2	-	Муравьи	1	1
3	Липа	49	13	2	-	-	1	1
4	Липа	48	12	2	-	-	1	1
5	Липа	50	10	2	-	-	1	1
Загущенная посадка: нет								

Примечание. *21 - линейное озеленение магистральных улиц общегородского и районного значения (магистральные городские дороги 1-го и 2-го класса, магистральные улицы общегородского значения 1-го, 2-го и 3-го класса, магистральные улицы районного значения) с преобладанием древостоев - массив или многорядная посадка деревьев (деревья, соприкасающиеся кронами, занимают более 50% площади озеленения). Это объекты ЗН специального назначения в части озеленения улиц, а также прилегающие к магистральным улицам бульвары, аллеи, набережные и скверы ЗНОП городского и местного значения, служащие для движения пешеходов и прогулок по благоустроенным дорожкам, и краткосрочного отдыха. Возможно применение этой группы к отдельному участку (функциональной зоне) объекта.

Состояние деревьев соответствует своему возрастному классу. Наблюдаются повреждения, встречающиеся у растений практически на всех объектах зеленых насаждений – это муравьи, трещины ствола. Визуальная оценка состояния растительности на данном участке не выявила признаков сильной деградации под воздействием дорожно-транспортной сети. Единственное, что можно отметить для деревьев, находящихся в непосредственной близости от дорожного полотна – сильное запыление стволов.

Если загрязнение ниже ПДК, то результаты его или не отразятся на растительности, или будут отсрочены во времени и будут иметь накопительный

эффект. Более заметно действуют другие факторы городских условий – например, микроклимат (температура, низкая влажность) которые также негативно сказываются на состоянии растительности. При сравнении с литературными данными не было выявлено каких-либо серьезных нарушений растительности (например сухокронность, снижение интенсивности роста и прочих болезней) Их состояние соответствовало возрасту и категории состояния. Также не наблюдалось признаков засухи почвы и недостатка влаги, как, например, в южных регионах страны.

Рекомендации

Для улучшения экологической ситуации в Санкт-Петербурге и в Красногвардейском районе, в частности, используются программы по сохранению зелёных насаждений, утверждённой администрацией города. В которых говорится о увеличении количества зеленых насаждений в городе и поддержании в порядке уже имеющихся зелёных зон. Также предлагается проведение «дней деревьев», в которые интенсивно ведутся работы по озеленению территории, а также привлечение активных граждан района в благоустройстве парковых зон.

Также можно добавить автоматические посты наблюдения, с ежедневной передачей информации с постов наблюдения на информационный сайт, где каждый желающий может посмотреть информацию о состоянии атмосферного воздуха. Разместить дополнительные посты можно на более оживленных улицах и в жилых зонах (например проспект Энергетиков, Индустриальный проспект, проспект Косыгина)

При проектировании и строительстве новостроек в районе сохранять площадь естественного покрова и создавать больше парковых зон, также высаживать деревья вдоль дороги с целью поглощения пыли и выхлопных газов.

Проводить мониторинг зелёных насаждений в разные вегетативные периоды растительности. Соблюдать систематизацию и актуальность отчётов, также сравнивать информацию с данными атмосферного воздуха и предпринимать меры по созданию улучшенных условий.

Заключение

Растительность очень чувствительна к изменениям в окружающей среде. Она очень сильно отражает на себе изменения экологической обстановки территории в результате антропогенного воздействия и является хорошим индикатором опасности. С помощью данных полученных в процессе сбора информации были рассмотрены основные загрязняющие вещества в атмосферном воздухе, основными загрязнителями являются: диоксид азота, формальдегид, аммиак, фенол, оксид углерода и пыль общая, эти вещества поступают в атмосферный воздух, в основном, от промышленных предприятий, находящихся в районе и от автотранспорта. Именно эти вещества рассматривают на постах автоматической системы мониторинга атмосферного воздуха в Красногвардейском районе. По этим данным был проведен анализ состояния атмосферного воздуха, заметных превышений ПДК ни по одному параметру замечено не было, состояние соответствует норме.

Также был проведён анализ состояния растительности в Красногвардейском районе и сопоставлен с данными, полученными на постах наблюдения. С помощью визуальной оценки растительности на данных участках не было выявлено серьёзных нарушений и заболеваний, состояние растительности соответствовало своему возрастному классу и вегетативному периоду. Значимых нарушений выявлено не было.

Также были разработаны рекомендации по улучшению состояния экологической ситуации в Красногвардейском районе, основными пунктами являются: увеличение зелёных насаждений в районе и увеличение постов мониторинга, на более оживлённых улицах района.

По проведённому исследованию можно сделать вывод, что по официальным данным значительных превышений загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выявлено не было, состояние растительности на данных участках соответствует норме.

Список использованных источников и литературы

1. Красногвардейский район Санкт-Петербурга // Справочник Санкт-Петербурга Ginfo [Электронный ресурс]. – URL: http://spb.ginfo.ru/rayoni/krasnogvardeyskiy_rayon/ (дата обращения 25.04.2022)
2. Статистика // Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.spb.ru/gov/terr/krasnogvard/statistic/> (дата обращения 26.04.2022)
3. Характеристика климата Санкт-Петербурга // _ Официальный сайт Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.infoeco.ru/index.php?id=1091> (дата обращения 26.04.2022)
4. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2018 году // Правительство Санкт-Петербурга [текст] : Санкт-Петербург.- 2019. 263с.
5. Доклад об экологической обстановке в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга // Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга [текст] : Санкт-Петербург.- 2017. 22с.
6. Показатели обеспеченности территориями зелёных насаждений // Официальный сайт администрации Санкт-Петербурга [Электронный ресурс].- URL: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/kki/provedenie-inventarizacii-territorij-znop/pokazateli-obespechennosti-territoriyami-zelenyh-nasazhdenij/> (дата обращения 01.05.2022)
7. Чудинова, Л.А. Физиология устойчивости растений: учеб. пособие к спецкурсу [текст]// Л.А. Чудинова, Н.В. Орлова.- Перм. ун-т. – Пермь, 2006. – 124с. Л.А.Чудинова, Н.В.Орлова.- Пермь изд-во: ПГУ, 2006.- 120с.

8. Опекунова, М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие. - СПб.: изд-во С.-Петербурга. Ун-та. 2016. - 300 с.
9. Об охране окружающей среды [текст]: Федеральный конституционный закон «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха» от 26.07.2019 N 195-ФЗ // собрание законодательства. - 2019. - ст. 7.
10. ГОСТ Р 55978-2014. Общие требования по экологической безопасности [текст]. - введ. 2014-11-01. - Москва: изд-во стандартиформ, 2014. - 26 с.
11. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды [Текст] / Ю. А. Израэль. - 2-е изд., доп. - Москва : Гидрометеиздат, 1984. - 560 с.
12. Бродский А. К. Общая экология / А. К. Бродский. М.: Академия, 2016. 256 с.
13. ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе [электронный ресурс] // официальный сайт Tion. - URL: <https://tion.ru/blog/pdk-vrednyh-veshchestv-v-vozduhe/> (дата обращения: 05.05.2022)
14. Воздействие автомобильного транспорта на качество воздушной среды Санкт-Петербурга: проблемы и решения [электронный ресурс] // Окружающая среда Санкт-Петербурга. - URL: <http://ecopeterburg.ru/2020/03/19/воздействие-автомобильного-транспор/> (дата обращения 05.05.2022)
15. Голицын А. Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды [текст] // А. Н. Голицын. М.: изд-во Оникс, 2007. 336 с.
16. Доклад об экологической обстановке в Центральном районе Санкт-Петербурга // Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга [текст] : Санкт-Петербург. - 2017. 21 с.

- 17.Промышленное загрязнение в России [электронный ресурс] // Bellona интернет журнал.- 2016 .- №61 .- URL:
<https://bellona.ru/2016/04/20/industrial-pollution/> (дата обращения: 05.05.2022)
- 18.Михеева,М.А. Влияние высоких температур на устойчивость древесных растений в городской среде [текст] // М.А.Михеева, А.И.Федорова.- Воронеж.- 2011.- изд-во ВГУ.-175с.
- 19.Безопасность большого города // Сб.ст.под ред. Э.И.Слепяна. СПб: Изд-во Сергея Хохлова, 2007.- 560с.
- 20.Характеристика уровня загрязнения атмосферного воздуха по данным государственной сети наблюдений и автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга [электронный ресурс]// Официальный экологический портал Санкт-Петербурга комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической информации.- URL:
<http://www.infoeco.ru/index.php?id=53&> (дата обращения 14.05.2022)

Приложения

Таблица 1 – Категория состояния

Балл	Категория состояния	Признаки деревьев
1	Без признаков ослабления	Листья или хвоя зеленые, нормальных размеров, крона густая нормальной формы и развития, прирост текущего года нормальный для данных вида, возраста, условий произрастания деревьев и сезонного периода, повреждения вредителями и поражение болезнями единичны или отсутствуют. Дополнительные параметры: Нормальное развитие листьев, приростов, кроны диагностируется через отсутствие повреждений, приведенных ниже для ослабленных в разной степени растений. Мертвые и отмирающие ветви могут присутствовать в нижней части кроны, в верхней части они единичны или отсутствуют. Крона симметричная. Структура ветвей (особенно в верхней части кроны) соответствует нормальной для данных вида, возраста, условий произрастания: в верхней части кроны хорошо выражены крупные ростовые побеги (формирующие оси ветвей). Нет механических повреждений, затрагивающих крупные (скелетные) ветви кроны и корни (до 3 порядка ветвления). Для растений с обрезкой, формировкой кроны: нанесенные искусственные повреждения не сопровождаются ослаблением дерева и заселением болезней и вредителей (на следующий год после обрезки или позднее). Для молодых растений: искусственные повреждения при обрезке незначительны, отчуждено не более 10% ветвей, приросты, образующиеся на следующий год после обрезки, имеют нормальные диаметры
2	Ослабленные	Листья или хвоя часто светлее обычного, крона слабожурная, прирост ослаблен по сравнению с нормальным, в кроне менее 25% сухих ветвей. Возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей, механические повреждения, единичные водяные побеги. Дополнительные параметры: Мертвые и усыхающие ветви в верхней части кроны присутствуют в незначительном количестве. Крона по большей части симметрична. Отмечаются нарушения в структуре ветвей в верхней части кроны, но крупные ростовые побеги, формирующие оси ветвей, хорошо заметны. Механические повреждения затрагивают исключительно мелкие ветви и/или корни. Для растений с обрезкой, формировкой кроны: обрезка текущего года; обрезка предыдущих лет, вызвавшая ослабление дерева и/или заселение болезней и вредителей. Для молодых растений: наличие обрезки текущего года, затрагивающей более 10% ветвей; обрезка предыдущих лет, вызвавшая ослабление дерева (ослабление приростов,

		измельчание листьев или нарушение их типичной формы) и/или заселение болезней и вредителей. При этом после обрезки образуются приросты полноценного диаметра (не утончающиеся)
3	Сильно ослабленные	Листья мельче или светлее обычной, хвоя светло-зеленая или сероватая матовая, крона изрежена, сухих ветвей от 25 до 50%, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным. Часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, хвои и листвы, в том числе местные поселения стволовых вредителей, у лиственных деревьев часто водяные побеги на стволе и ветвях. Дополнительные параметры: Мертвые и усыхающие ветви расположены преимущественно в верхней части кроны. Заметна асимметрия кроны. Структура ветвей в верхней части кроны нарушена (искажение размеров и пропорций, искривление, ослабленное или аномально усиленное ветвление). В частности, заметно ослабление приростов и перевершинивание (искривление) в осях крупных ветвей. Листовые пластинки присутствуют лишь в самой дистальной части кроны, от этого безлистный внутренний конус увеличен. Приросты нижней части кроны малолистные (3-4 листа). Механические повреждения затрагивают не более трети крупных (скелетных) ветвей и/или корней. Для растений с обрезкой, формовкой кроны (в т.ч. молодых): глубокая обрезка текущего года (кроме санитарной), заметные нарушения в формировании кроны и листвы в результате обрезки и формовки прошлых лет, сильное отставание фенологических фаз, развитие болезней и вредителей. Отрастающие после обрезки побеги расположены пучком и могут иметь малые диаметры по сравнению с обычными (до обрезки или у растений без обрезки)
4	Усыхающие	Листья мельче, светлее или желтее обычной, хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, часто преждевременно опадает или усыхает, крона сильно изрежена, в кроне более 50% сухих ветвей, прирост текущего года сильно уменьшен или отсутствует. На стволе и ветвях часто имеются признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, сокоотечение, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине); у лиственных деревьев обильные водяные побеги, иногда усохшие или усыхающие. Дополнительные параметры: Могут присутствовать плодовые тела грибов. В верхней части кроны отмечается значительное количество мертвых и усыхающих ветвей. Часто крона асимметричная. Структура ветвей в верхней части кроны сильно нарушена (искажение размеров и пропорций, искривление, ослабленное или аномально усиленное ветвление). В частности, не развиты крупные приросты в составе ветвей верхней части кроны. Крона в верхней части имеет вид сенильной или поздней генеративной возрастной стадии. Безлистный внутренний конус кроны занимает большую часть ее объема, периферическая облиственная часть по своей толщине близка к длине одного годичного побега. Механические повреждения затрагивают более

		трети крупных (скелетных) ветвей и/или корней. Для растений с обрезкой, формировкой кроны: неспособность сформировать вторичную крону после обрезки прошлых лет, неспособность реализовать запланированную при формировке форму кроны, активное развитие болезней и вредителей. Для молодых растений: накопленные нарушения развития кроны (в т.ч. при отсутствии значительного усыхания ветвей), приводящие к невозможности полноценного развития приростов и листвы
5	Сухостой текущего года	Листва усохла, увяла или преждевременно опала, хвоя серая, желтая или бурая, крона усохла, но мелкие веточки и кора сохранились. На стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия
6	Сухостой прошлых лет	Листва или хвоя осыпались или сохранились лишь частично, мелкие веточки и часть ветвей опали, кора разрушена или опала на большей части ствола. На стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, под корой - обильная буровая мука и грибница дереворазрушающих грибов



Рисунок 1 – Пробная площадка по адресу: пр.Металлистов,3



Рисунок 2 – Пробная площадка по адресу: пр.Уткина,16



Рисунок 3 – Пробная площадка по адресу: шоссе Революции,84



Рисунок 4 – Пробная площадка по адресу: пр. Малоохтинский,98



Рисунок 5 – Пробная площадка по адресу: пр. Малоохтинский,98