

#### 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

(бакалаврская работа)

На тему: «Загрязнение атмосферного воздуха и его влияние на состояние растительности в Калининском районе Санкт-Петербурга»

Исполнитель	Гудименко Алина Андреевна
	(фамилия, имя, отчество)
Руководитель	старший преподаватель кафедры геоэкологии,
7	природопользования и экологической безопасности
	(ученая степень, ученое звание)
	Глушковская Наталья Борисовна
	(фамилия, имя, отчество)
«К защите допускаю» Заведующий кафедрой	BHorls
	(подпись)
	кандидат географических наук, доцент
	(ученаястепень, ученоезвание)
	Дроздов Владимир Владимирович
	(фамилия, имя, отчество)

#### СОКРАЩЕНИЯ

ИЗА – индекс загрязнения атмосферы.

ККЭО – коэффициент комплексной экологической оценки.

ЛОС – летучие органические соединения.

ЛЭП – линии электропередач.

НП – наибольшая повторяемость.

ПДК – предельно допустимая концентрация.

СИ – стандартный индекс.

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль.

ЭС – электростанция.

### СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ4
ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В
СОВРЕМЕННОМ МИРЕ И ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 8
1.1. Загрязнение атмосферного воздуха как экологическая проблема: понятие,
влияние на человека и природу8
1.2. Виды загрязнителей атмосферного воздуха, их классификация и
характеристика11
1.3. Особенности негативного воздействия загрязнений атмосферы на
растительность
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЕГО
ВЛИЯНИЯ НА СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В КАЛИНИНСКОМ
РАЙОНЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
2.1. Места расположения основных загрязнителей, выделяемые загрязняющие
вещества и уровень загрязнения
2.2. Анализ состояния растительности в Калининском районе
ГЛАВА 3. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОДДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ ЧИСТОТЫ
ВОЗДУХА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ
КАЛИНИНСКОГО РАЙОНА
3.1. Актуальные методы борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха, выбор
целесообразного способа для Калининского района
3.2. Программа сохранения растительности Калининского района за счет
очистки атмосферного воздуха от загрязнений41
3.3. Бюджет программы и ее организация
ЗАКЛЮЧЕНИЕ52
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ
ПРИЛОЖЕНИЕ63

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Согласно официальным данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ, за последние десять лет общая оценка экологического состояния России опустилась со среднего уровня безопасности экологии до низкого [1]. При этом в качестве одной из наиболее негативных тенденций ухудшения экологии в государства аналитики Минприроды РФ называют повышение концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, что отрицательно сказывается на растительности, животном мире, водных ресурсах страны, состоянии здоровья населения [2].

В качестве основных причин интенсивного загрязнения атмосферы в регионах России можно назвать ультрадинамичное развитие транспортной инфраструктуры и промышленности, повышение объемов выбросов тяжелых металлов, газов, пыли в атмосферу, тотальную вырубку лесонасаждений под капитальную застройку, сокращение объемов озеленения населенных пунктов, входящих в состав Российской Федерации, отсутствие должного санитарного ухода за зелеными насаждениями в границах мегаполисов, небольших городов, поселков городского типа и другое.

В связи с наличием большого перечня факторов, оказывающих негативное воздействие на атмосферу и растительность в муниципальных образованиях России, а также тяжелыми последствиями, которые они влекут за собой, в настоящий момент становится остроактуальным определение современных методов поддержания уровня чистоты воздуха и обеспечения сохранности растительности для территориальных образований в составе РФ.

Цель исследования — предложить современные методы поддержания уровня чистоты воздуха и обеспечения сохранности растительности для Калининского района.

Для достижения цели исследования в выпускной квалификационной работе поставлены следующие задачи:

- 1. Исследовать проблему загрязнения атмосферного воздуха в современном мире и его последствия для окружающей среды с научной точки зрения;
- 2. Выявить места расположения основных загрязнителей, выделяемые загрязняющие вещества и уровень загрязнения в Калининском районе Санкт-Петербурга;
  - 3. Проанализировать состояние растительности в Калининском районе;
- 4. Предложить целесообразный для Калининского района метод борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха;
- 5. Составить программу сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений;
- 6. Рассчитать бюджет программы и детализировать этапы ее организации.

Объект исследования – загрязнение атмосферного воздуха и его влияние на состояние растительности.

Предмет исследования – состояние атмосферы и растительности в Калининском районе Санкт-Петербурга.

Основу исследования составили три группы источников, среди которых нормативно-правовые акты, научная и учебная литература, официальные сайты и иные интернет-ресурсы.

Нормативной базой написания выпускной квалификационной работы стали правовые акты, регламентирующие защиту окружающей среды в России, в частности, атмосферного воздуха и растительности, а именно: Конвенция о защите прав человека и основных свобод (Заключена в г. Риме 04.11.1950), Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993), Гражданский кодекс Российской Федерации (часть 1) от 30 ноября 1994 года № 51-ФЗ, Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 № 145-ФЗ, Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ, Федеральный закон РФ «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 № 174-ФЗ и другие.

Для объективизации данных, представленных автором ВКР, использовались материалы периодической печати, представленные в таких изданиях, как «Гигиена и санитария», «Ландшафтная архитектура и зеленое строительство» «Молодой ученый», «Проблемы фитогигиены и охрана окружающей среды».

Помимо перечисленных правовых и научных источников в выпускной квалификационной работе использованы аналитические, информационные, статистические данные в области защиты атмосферы и растительности, представленные в открытом электронном доступе в сети Интернет на официальных ресурсах Правительства РФ, Министерства экономического развития РФ, Министерства природных ресурсов и экологии РФ, Правительства Санкт-Петербурга, администрации Калининского района Санкт-Петербурга, Современной научно-технологической академии, справочно-правовых служб «Консультант Плюс» и «Гарант».

В основу исследования, представленного в выпускной квалификационной работе, положены следующие методы: анализ существующего теоретикопрактического опыта в области загрязнения атмосферного воздуха и его влияния на состояние растительности; синтез научных данных по теме выпускной квалификационной работы; определение мест расположения основных загрязнителей, выделяемых загрязняющих веществ в Калининском районе Санкт-Петербурга; оценка уровня загрязнений атмосферного воздуха Калининском районе; конкретизация актуальных методов борьбы загрязнениями атмосферного воздуха для Калининского района; обобщение научных и статистических данных и результатов собственного исследования.

Теоретическая значимость выпускной квалификационной работы заключается в синтезе существующего теоретико-практического опыта в области загрязнения атмосферного воздуха и его влияния на состояние растительности с учетом современного состояния экологии в Российской Федерации и в территориальных образованиях, входящих в состав государства; изменений и дополнений в действующем законодательстве, регламентирующем

экологическую безопасность в стране, в частности, в сфере защиты атмосферы и растительности.

Практическая значимость исследования определена тем, что в нем на основе статистического и качественного анализа состояния загрязнений атмосферы и растительности в Калининском районе Санкт-Петербурга предложены актуальные методы борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха и инструменты сохранения растительности в муниципальном образовании.

Структуру выпускной квалификационной работы определило ее содержание, включающее введение, основную часть, разделенную на главы и параграфы, заключение, список использованных источников и приложения.

# ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ И ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

# 1.1. Загрязнение атмосферного воздуха как экологическая проблема: понятие, влияние на человека и природу

Для того, чтобы детально исследовать загрязнение атмосферного воздуха как экологическую проблему, а также его влияние на человека и природу, представляется целесообразным введение ряда научных терминов, используемых в выпускной квалификационной работе и для наглядности представленные в виде таблицы (таблица 1).

Таблица 1 - Основные термины, используемые в работе

Термин	Содержание понятия		
1	2		
Атмосфера	газовая оболочка, окружающая планету Земля, одна из геосфер [3].		
Атмосферный воздух	жизненно важный компонент окружающей среды, представляющий собой природную смесь газов приземного слоя атмосферы за пределами жилых, производственных и иных помещений, сформировавшуюся в ходе эволюции Земли [4].		
Загрязнитель	любой природный или антропогенный агент, попадающий в окружающую природную среду в количествах, превышающих фоновые значения и вызывающий тем самым её загрязнение [5].		
Окружающая среда	совокупность условий, окружающих человека, и необходимых для поддержания жизни на Земле [6].		
Природа	окружающий нас мир, не созданный человеком [7].		
Экология	наука о связях между живыми организмами и окружающей средой [7].		
Экологическая проблема	изменение природной среды в результате деятельности человека, ведущее к нарушению структуры и функционирования природы [9].		

Загрязнение атмосферного воздуха — привнесение в него или возникновение в нем новых (обычно не характерных для него) вредных химических, физических, биологических компонентов. Оно может быть естественным (природным) и антропогенным (техногенным) [10].

Естественное загрязнение воздуха вызвано природными процессами (вулканическая деятельность, ветровая эрозия, дым от лесных и степных пожаров и другое). Антропогенное загрязнение связано с выбросом загрязняющих веществ в результате деятельности человека [11].

Согласно официальным данным, за последние несколько лет в мире наблюдается увеличение объемов антропогенных загрязнений атмосферного воздуха и сокращение – естественных, что наглядно видно из рисунка (рисунок 1) [12].

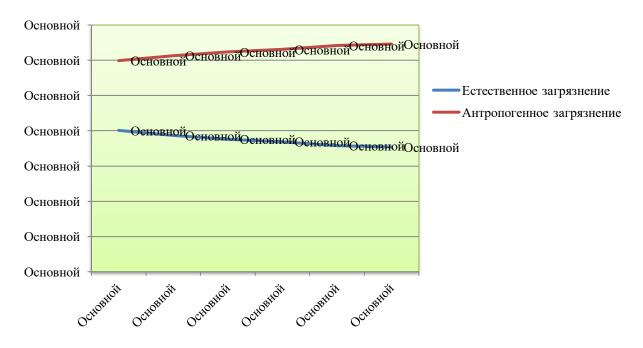


Рисунок 1 — Динамика объемов загрязнений атмосферного воздуха по странам мира в зависимости от вида загрязнения за 2015-2020 годы, в процентах (по [12])

Увеличение объемов антропогенного загрязнения атмосферы специалисты в области обеспечение экологической безопасности, в частности, Э.Ю. Безуглая,

Г.П. Расторгуева, И.В. Смирнова, видят в следующих причинах: увеличение числа промышленных производств, рост числа свалок, полигонов для отходов, увеличение количества транспортных средств, тотальная вырубка лесов и зеленых насаждений, массовые каменные застройки и повышение объемов канцерогенов [13].

Перечисленные причины привели к тому, что в настоящий момент загрязнение атмосферного воздуха превратилось в современную экологическую катастрофу, влекущую за собой следующие последствия для окружающего мира [14]:

- увеличение хронических заболеваний на 12,3%;
- рост смертности на 9,8%;
- снижение рождаемости на 15,6%.

В целом влияние загрязнения атмосферного воздуха на человека и природу можно представить в виде рисунка (рисунок 2) [15].



Рисунок 2 — Влияние антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на человека и природу (по [15])

То есть под атмосферным воздухом понимается жизненно важный компонент окружающей среды, который представляет собой природную смесь газов приземного слоя атмосферы за пределами жилых, производственных и иных помещений, сформировавшуюся в ходе эволюции Земли. Атмосферный воздух является неотъемлемым компонентом окружающей среды.

За последние несколько лет в мире сложилась тенденция увеличения объемов загрязнений атмосферного воздуха, в частности, за счет антропогенных факторов. При этом уменьшился объем загрязнений атмосферного воздуха путем естественных факторов.

При этом антропогенное загрязнение атмосферного воздуха в настоящий момент достигло масштабов экологической катастрофы, так как влечет за собой остронегативные последствия, как для природы, так и для человека [16]. Отрицательное воздействие загрязнения атмосферы на природу сводится к накоплению металлов и канцерогенов в почве, загрязнению водных ресурсов, исчезновению редких видов животных и растений, разрушению озонового слоя, сезонным трансформациям смен времен года; на человека – к росту хронических заболеваний, увеличению смертности, снижению рождаемости, ухудшению репродуктивной функции, увеличению числа патологий при рождении [17].

# 1.2. Виды загрязнителей атмосферного воздуха, их классификация и характеристика

Как было отмечено в параграфе 1.1, под загрязнителем понимается любой природный или антропогенный агент, попадающий в окружающую природную среду в количествах, превышающих фоновые значения и вызывающий тем самым её загрязнение.

В настоящий момент в научной литературе, в частности, в работе Г.М. Илькуна «Загрязнение атмосферы и растений» принята следующая классификация загрязнителей атмосферного воздуха, представленная схематично на рисунке 3 [18].

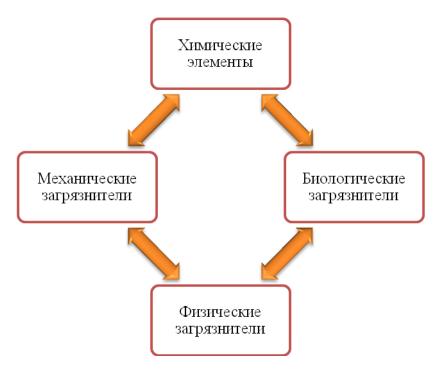


Рисунок 3 — Основные загрязнители атмосферного воздуха (двусторонние стрелки характеризуют единство системы загрязнителей) (по [18])

Ниже каждая из перечисленных групп рассмотрена детально.

- 1. Химические вещества. К основному виду загрязнения относят газообразные вещества, попадающие в атмосферу планеты. Загрязнение атмосферы происходит такими веществами как диоксид серы, альдегиды, тяжёлые металлы, оксиды углерода, радиоактивные изотопы, аммиак, и углеводороды [19].
- 2. Физические загрязнители. К физическим явлениям, обуславливающим загрязнение атмосферного воздуха, относятся [20]:
  - радиоактивное излучение, в том числе космическое;
  - твёрдые частицы и иные загрязняющие атмосферный воздух вещества;
- шумовое воздействие (слишком громкие звуки, колебания на низких частотах, которые вызывают дезориентацию у птиц и нарушают баланс экосистем);
  - тепловые выбросы;
  - электромагнитное воздействие.

- 3. Механические загрязнители. Механическое воздействие на воздух считается подвидом химического. Веществами, загрязняющими атмосферу, являются пыль, получаемая при производстве цемента; угольная сажа; частицы резины, поднимающиеся в небо от истирающихся покрышек и так далее [21].
- 4. Биологические загрязнители. К естественным факторам, влияющим на состояние воздуха, относят преимущественно микробное загрязнение. Основным загрязнителем называют грибные споры и бактерии, поднимающиеся в небо. Свою роль играют вирусы, пыльца, а также отходы жизнедеятельности [22].

В настоящий момент сформирована чёткая классификация источников загрязнения атмосферного воздуха. Поэтому в настоящий момент у учёных есть средства обнаружения загрязнителей, разработаны критерии, позволяющие оценить экологический ущерб.

Естественные источники. Иногда влияние природных катаклизмов было во много раз серьёзнее, чем вред, нанесённый природе человечеством. Основные факторы, влияющие окружающую среду [23]:

- извержения вулканов;
- ветер и вызванная им ветровая эрозия;
- испарение солей из Мирового океана;
- вызванные молниями пожары.

Ветровая эрозия. Сильный ветер способен кардинально изменить ландшафт планеты. Влияние ветра на атмосферу проявляется в том, что пыль поднимается в небо. Засорённый пылью воздух опасен для птиц. В сочетании с другими видами загрязнения, например, радиоактивным, это создаёт повышенную опасность для флоры и фауны [24].

Вулканическая деятельность. Из-за извержений вулканов в атмосферу поднимаются тысячи тонн сажи и раскалённых газов. Происходит тепловое и пылевое загрязнение воздуха. Вулканический пепел смертельно опасен при попадании в дыхательные пути. Жертвами извержений становятся птицы и

обитатели воды и суши, от потоков лавы выгорает растительность, умирают животные, погибают птицы.

Испарение солей с поверхности океанов и морей. Этот процесс не относится к главным причинам загрязнения атмосферы, но оказывает на неё влияние. В год испаряется около 450 000 кубических километров воды. При её конденсации выделяется много теплоты, разрушающей атмосферу.

Продукты жизнедеятельности флоры и фауны. Источником проблем бывают бактерии и грибные споры, переносимые ветром, а также разлагающиеся экскременты животных.

Лесные пожары. Ежегодно в России сгорает до 40 млн. гектаров леса. Причиной возгорания обычно служит удар молнии в сухое дерево. В результате пожара в небо поднимаются тонны сажи и пепла [25].

Промышленные выбросы. Больше всего атмосферу загрязняют предприятия черной и цветной металлургии, а также химические производства [26]. Заводы выбрасывают колоссальное количество газов и твёрдых веществ [27]: диоксида серы; свинца; сероуглерода; ксилола.

Энергетические станции работают на ископаемом топливе (угле), выбрасывая в воздух СО<sub>2</sub>. Среди других загрязнителей угарный газ, тяжёлые металлы (соединения свинца), углеводороды, сажа и несгоревшие частицы горючего.

Выхлопные газы. На транспорт приходится 17% глобального выброса парниковых газов (хлорфторсодержащих газов). Транспортные средства выделяют также диоксид серы, сажу и углеводороды. При частичном сгорании топлива наносится серьезный урон атмосфере. Несмотря на то, что и в легковых, и в грузовых автомобилях равноценно используется бензиновое, дизельное топлив, наибольший вред наносит легковой автотранспорт, так как он более распространён среди населения, хотя грузовой автомобиль потенциально опаснее: двигатели большего объёма выбрасывают больше вредных веществ [28].

Добыча нефти и полезных ископаемых. Большую опасность представляют процессы добычи и переработки нефти и полезных ископаемых, пожары на местах добычи нефти. Так природные месторождения содержат достаточно топлива, чтобы горение продолжалось неделями, пока пожарные пытаются погасить пламя. За это время смог накрывает огромную территорию.

Использование химикатов в сельском хозяйстве. Ветер переносит пестициды на новые территории, в результате они попадают в почву и воду. Загрязнение атмосферы происходит в результате развития животноводства. Скот на пастбищах выделяет метан в виде кишечных газов. Этот газ выделяется также из коровьего навоза [29].

Курящие люди. Влияния на атмосферу в целом они не оказывают, но ухудшают качество воздуха локально. При сгорании табака в окружающую среду выделяются [30]:

- цианистый водород;
- углеводороды (бензапирен);
- глицерин и спирты (аэрозоли);
- альдегиды и кетоны (акролеин, формальдегид);
- никотин;
- фенолы (фенол, крезол);
- оксид углерода II;
- кислород;
- оксид углерода IV.

Линии электропередач служат одним из источников физического загрязнения потому, что вокруг проводов существует электромагнитное поле высокой напряжённости. На воздух оно не влияет, но пагубно сказывается на живых организмах. Пчёлы, например, становятся агрессивнее. На находящихся вблизи ЛЭП растениях чаще встречаются внешние деформации [31].

Таким образом, под загрязнителем атмосферного воздуха понимают любой природный или антропогенный агент, попадающий в окружающую

природную среду в количествах, превышающих фоновые значения и вызывающий тем самым её загрязнение.

К основным группам загрязнителей атмосферного воздуха относят: физические, химические, биологические и механические. В настоящий момент самыми опасными для жизнедеятельности человека и для состояния атмосферы являются химические и механические загрязнители, связанные с выбросом тяжелых металлов, промышленной пыли, канцерогенов в атмосферный воздух.

К основным источникам загрязнения атмосферного воздуха традиционно относят: естественные источники (извержения вулканов, ветер, испарение солей из Мирового океана, вызванные молниями пожары, космическая пыль). К антропогенным источникам загрязнения атмосферного воздуха относят: промышленные выбросы, энергетические предприятия, выхлопные газы, добычу нефти и полезных ископаемых, курение, линии электропередач.

# 1.3. Особенности негативного воздействия загрязнений атмосферы на растительность

Растительность (растительный покров) — совокупность фитоценозов определённой территории или всей Земли в целом. Растительность характеризуется видовым составом, численностью особей, особенностями сочетания представителей различных растительных таксонов и экологическими связями между ними [32].

Дискуссионным среди ученых остается вопрос о реакции растительного мира на загрязнение воздуха двуокисью серы. Чувствительность отдельных видов растительности к сернистому газу значительно выше, чем чувствительность человека [33].

Очень чувствительны в городских условиях к негативным воздействиям промышленности и транспорта хвойные породы. Если в нормальных естественных условиях хвоя сосны опадает через 3-4 года, то при больших концентрациях загрязненного воздуха она может погибнуть за полгода [34]. У

лиственных пород выбросы загрязнителей вызывают огрубление листьев и ускоренное завершение вегетационного периода; ожоги, отмирание, иногда опадание листвы; нарушение процесса фотосинтеза и дыхания; торможение роста. На листьях деревьев, высаженных вдоль улиц, появляются некротические пятна. Они возникают у края листа и быстро распространяются к середине. Листья становятся коричневыми и отмирают. С каждым годом количество опавших листьев увеличивается в зависимости от расстояния между деревьями и магистралью и интенсивности движения транспорта [35].

Атмосферными загрязнениями в первую очередь поражаются ели, сосна, затем дуб, липа. Нестойкие к газам деревья и кустарники: клен остролистный, каштан конский обыкновенный, барбарис обыкновенный, береза пушистая, акация желтая, ломонос фиолетовый, ясень обыкновенный, ясень манчжурский, облепиха, рябина обыкновенная, сирень обыкновенная [36].

Многие годы основное внимание при изучении воздействия серных загрязнителей на растения и растительный мир было сосредоточено на проявлении внешних признаков (хлороз, некроз листьев, а при экстремальных условиях – гибель растений). Однако детальные исследования на современном уровне развития науки показали, что проблема значительно сложнее [37]. Например, рост растения может быть сильно подавлен. Поэтому оценка воздействия серных загрязнителей должна учитывать как прямое, так и косвенное их влияние. Хроническое повреждение растений является результатом длительного воздействия небольших концентраций [38].

На растительность вредное действие оказывает большая часть промышленных выбросов в атмосферу. Главнейшие промышленные газы располагаются в следующем порядке по степени убывания их токсичности: фтор, хлор, сернистый ангидрид, окислы азота, аммиак. Однако масштабы поражения определяются не только токсичностью веществ, но и объемом их выбросов. Для большинства промышленных регионов справедлива такая последовательность токсикантов (с учетом объема выбросов и, следовательно, степени поражения в глобальном масштабе): сернистый газ, окислы азота, пыль,

фтор, хлор, аммиак. Для районов, специализирующихся на производстве алюминия, первое место может занимать фтор. В районах крупных городов при большой насыщенности автотранспортом существенную роль играют продукты фотохимических реакций.

Достаточно хорошо изучены повреждения растительности сернистым газом, окислами азота, озоном, фтором. В зависимости от концентрации газов и длительности их действия большинство исследователей различают три вида повреждения растений: острое, хроническое и скрытое, или физиологическое [39].

Для каждого вида растений существует определенный предел насыщения листа токсикантами. В зоне высокого содержания загрязнителей растения накапливают их в максимальном (пороговом) количестве уже в середине вегетации. Дальнейшее их поступление ослабевает в зависимости от индивидуальных особенностей растения.

Острое поражение растительности возникает при действии на нее высоких концентраций в течение кратковременного периода – минут или часов. При этом повреждаются ассимиляционные ткани, приводящие к необратимому нарушению газообмена и в конечном счете к гибели

Скрытые, или физиологические, повреждения возникают при длительном воздействии незначительных концентраций двуокиси серы. Как правило, концентрации в этом случае лежат в пределах 0,03-0,1 мг/м<sup>3</sup>. При этом виде повреждения отсутствуют визуально наблюдаемые симптомы, но происходит снижение жизнедеятельности растений: нарушаются рост и функции организма, например, снижается интенсивность газообмена [40].

Наибольшей чувствительностью обладают растений, те виды ассимиляционные органы которых функционируют длительное время (сосна, ель). Это не свойство хвойных пород вообще – возобновляющая каждый год хвою лиственница обладает высокой устойчивостью к воздействию двуокиси Установлено, серы. ЧТО минимальные концентрации двуокиси серы,

вызывающие скрытое повреждение некоторых пород сосны, составляют около  $0.02~{\rm MT/M}^3.$ 

Неблагоприятное воздействие на растения оказывает пыль. Рассеянная в атмосфере, она способствует повышению температуры воздуха и перегреву растений. Весной растения раньше начинают рост, а осенью запаздывает вызревание побегов. В обоих случаях их могут погубить заморозки. Отрицательно сказывается на развитии растений выпадающая на растения сажа, которая плотно закупоривает устьица листьев и плохо смывается дождями [41].

Особую группу загрязнителей воздуха составляют летучие отходы цементной промышленности, которые вызывают суховершинность и отмирание ветвей, прежде всего дубов [42].

Таким образом, загрязнение атмосферы негативно влияет не только на природу в целом, но и на ее отдельные компоненты, в частности, растительность, под которой понимается совокупность фитоценозов определённой территории или всей Земли в целом.

Выбрасываемые в атмосферу загрязнители отрицательно влияют не только на внешний вид деревьев, кустарников, травы (появление желтизны на лиственном покрове, фитофторы и так далее), но и приводят к изменениям их произрастания, вследствие чего в определенной местности могут размножаться больные растения, а могут исчезнуть определенные виды, являющиеся наиболее неустойчивыми к загрязнителям атмосферы.

Также длительное воздействие загрязнителей атмосферы на растительность приводит к изменению их природной функции — выработке кислорода, которая становится ниже и лишает человека возможности полноценно дышать, что в свою очередь ведет к возникновению новых заболеваний, с течением времени еще более негативно сказывающихся на экологической обстановке и здоровье человека.

# ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В КАЛИНИНСКОМ РАЙОНЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

# 2.1. Места расположения основных загрязнителей, выделяемые загрязняющие вещества и уровень загрязнения

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в Калининском районе обусловлен выбросами вредных веществ от стационарных и передвижных источников загрязнения на территории района и атмосферными процессами, влияющими на перенос и рассеивание этих веществ в воздухе [26].

В соответствии с требованиями РД 52.04.667-0.2005 «Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения», для оценки уровня загрязнения атмосферы в Калининском районе используются следующие показатели (таблица 2) [31].

Таблица 2 - Показатели оценки уровня загрязнения атмосферы в Калининском районе

Наименование	Обозначение	Характеристика	Единицы измерения
индекса			
1	2	3	4
Стандартный	СИ	Наибольшая разовая	Единицы ПДК м.р.
индекс		концентрация	
		загрязняющего вещества	
		за период наблюдения	
Наибольшая	НΠ	Наибольшая	Процентное отношение к
повторяемость		повторяемость случаев	общему числу измерений
		превышения ПДК м.р. за	
		период наблюдения	
Комплексный	ИЗА	Количественная	Процентное отношение
индекс загрязнения		характеристика уровня	
атмосферного		загрязнения, создаваемая	
воздуха		пятью приоритетными	
		загрязняющими	
		веществами с учетом их	
		степени вредности	

На территории Калининского района функционирует Автоматизированная система мониторинга качества атмосферного воздуха (далее − ACM), станция мониторинга загрязнения атмосферного воздуха № 18, расположенная по адресу: ул. Ольги Форш, д. 6 (рисунок 4). Автоматические станции АСМ осуществляют контроль качества атмосферного воздуха в автоматическом режиме каждые 20 минут [35]. Измеряемые параметры: температура воздуха, скорость ветра, направление ветра, влажность воздуха, атмосферное давление, СО, NO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>.

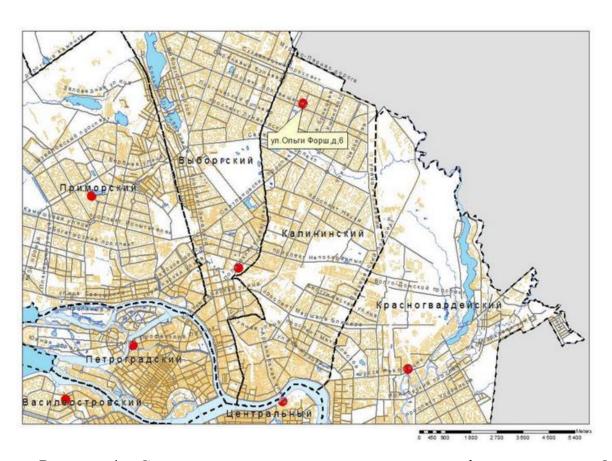


Рисунок 4 – Станция мониторинга загрязнения атмосферного воздуха № 18 (по [36])

По данным станции № 18, средние концентрации наблюдаемых загрязняющих веществ за 2021 год составили в единицах предельно допустимых среднесуточных концентраций (для взвешенных частиц – в единицах предельно допустимой среднегодовой концентрации) [39]:

- оксид углерода -0.1;

- оксид азота -0.2;
- диоксид азота -1,1;
- взвешенные частицы (PM10) 0.3.

Повторяемость случаев превышений предельно допустимых максимальных разовых концентраций (ПДК м.р.) за 2021 год составила для оксида углерода, оксида азота, диоксида азота и взвешенных частиц (РМ10) – 0,0% [38].

Таким образом, наибольшая повторяемость (НП) случаев превышения ПДК м.р. за 2021 год, выраженная в процентном отношении к общему числу измерений, составила 0,0%.

Стандартный индекс (СИ), то есть наибольшая разовая концентрация загрязняющего вещества за период наблюдения, выраженная в единицах ПДК м.р., составил для каждой измеряемой примеси [9]:

- оксид углерода -0.7;
- оксид азота -0.9;
- диоксид азота -0.7;
- взвешенные частицы (PM10) 0.3.

В таблице (таблица 3) представлена классификация уровней загрязнения атмосферного воздуха с использованием указанных показателей. Если СИ и НП попадают в разные градации, то уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается по наибольшему значению из этих показателей [39].

Таблица 3 - Классификация уровней загрязнения атмосферного воздуха

Градация / Уровень	СИ	НП
загрязнения воздуха		
1	2	3
I Низкий	0-1	0
II Повышенный	2-4	1-19
III Высокий	5-10	20-49
IV Очень высокий	Более 10	Более 50

Состояние атмосферного воздуха по данным автоматической станции мониторинга загрязнения атмосферного воздуха № 18 за 2021 год по

наибольшему стандартному индексу -0.9 соответствовало градации I «низкий уровень загрязнения».

На рисунках 5 и 6 отражена динамика загрязнения уровня атмосферного воздуха по данным измерений станции № 18 за период 2017-2021 годы [39].

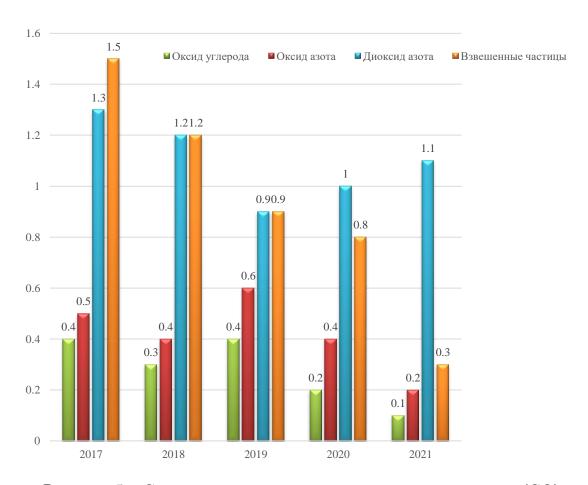


Рисунок 5 — Среднегодовые концентрации оксида углерода (СО) оксидов азота (NO<sub>2</sub> и NO) и взвешенных частиц (PM<sub>10</sub>) в атмосферном воздухе по данным автоматической станции мониторинга  $\mathbb{N}$  18 (в единицах предельно допустимых среднесуточных и среднегодовых концентраций)

Исходными данными для расчетного мониторинга являются сведения о стационарных и передвижных источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

В настоящее время в базе данных Комитета имеются сведения о выбросах 3034 источниках загрязнения, принадлежащих 75 промышленным

предприятиям, находящимся на территории Калининского района. Валовый выброс от данных источников составляет 6197,9 тонн в год [35].

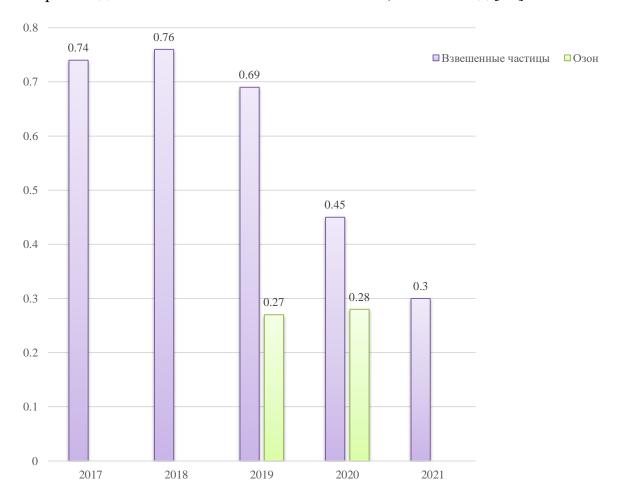


Рисунок 6 — Среднегодовые концентрации взвешенных частиц (PM<sub>2,5</sub>) и озона (O<sub>3</sub>) в атмосферном воздухе по данным автоматической станции мониторинга № 18 (в единицах предельно допустимых среднесуточных и среднегодовых концентраций)

В качестве расчетного модуля используется программный комплекс «Эколог-город-Санкт-Петербург», который реализует алгоритмы рассеивания, описанные ОНД-86 [34].

Расчеты рассеивания производятся в соответствии с методикой по проведению сводных расчетов от 11.12.2007 № 142-р [33]. Расчетными методами получают максимальные разовые концентрации при неблагоприятных метеоусловиях, характеризующие кратковременное загрязнение, и средние

приземные концентрации загрязняющих веществ, характеризующие так называемое хроническое, долговременное загрязнение.

Расчёты рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от выбросов стационарных источников показали, что при неблагоприятных метеоусловиях (далее НМУ), на территории Калининского района площадное загрязнение составляет 995,5 га — 25,2% от территории района, что наглядно видно из рисунка 7. Приоритетные загрязняющие вещества представлены в таблице 4 [35].

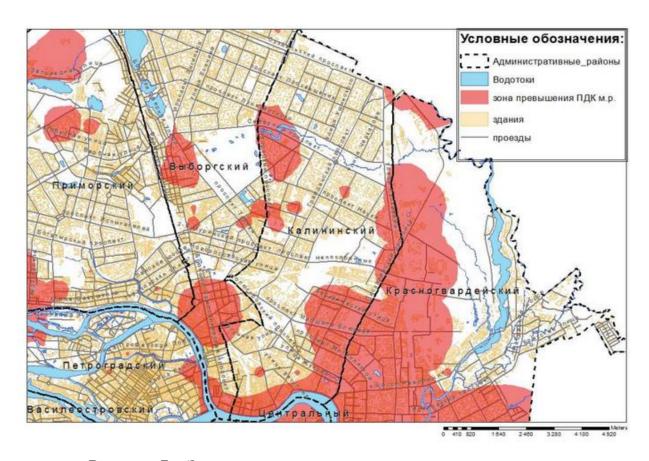


Рисунок 7 – Зона возможного максимально разового загрязнения атмосферного воздуха в Калининском районе (по [35])

В красных зонах Калининского района сосредоточены около тридцати крупных производств (например, «Ленинградский металлический завод», «Электродный завод», «Хлебозавод Муринский», «Компрессорный завод», «Завод торгового оборудования», «Арсенал», «Красный Маяк»); находятся

крупные дорожные развязки; ведутся строительные работы над жилыми комплексами «Солнечный», «Чистый ключ», «Дом у ручья» и другими [35].

Таблица 4 - Приоритетные загрязняющие вещества Калининского района

№	Код	Название вещества	Концентрация	Площадь, га	Площадь, %
$\Pi$ ./ $\Pi$ .	вещества				
1	2	3	4	5	6
1	301	Азота диоксид	6,3	82,9	0,3
2	2754	Углеводороды	2,4	13,5	1,6
		предельные С12-С19 (в			
		пересчете на суммарный)			
3	621	Толуол	1,8	62,6	22,2
4	330	Сера диоксид	1,8	877,2	0,0
5	333	Сероводород	1,5	0,2	0,2
6	1716	Одорант СПМ	1,4	9,1	0,7
7	627	Этилбензол	1,4	26,4	0,6
8	2930	Пыль абразивная (корунд	1,2	24,9	0,1
		белый, монокорунд)			
9	602	Бензол	0,9	3,5	0,1
10	616	Ксилол	0,9	1,5	0,0
11	1240	Этилацетат	0,7	0,3	0,0

В моделирующем расчёте на возможность среднегодового загрязнения атмосферного воздуха учитывались выбросы всех предприятий города и передвижных источников.

Среднегодовое загрязнение в Калининском районе по данным расчета представляется возможны осуществить по диоксиду азота. Значения концентраций представлены в таблице (таблица 5) [12].

Таблица 5 - Среднегодовые концентрации диоксида азота в долях ПДК с.с.

Район	Средняя	max	min
Калининский	0,8	1,1	0,7

Таким образом, состояние атмосферного воздуха по данным автоматической станции мониторинга загрязнения атмосферного воздуха № 18 за 2021 год по наибольшему стандартному индексу — 0,9, что соответствует градации I «низкий уровень загрязнения». В динамике за последние несколько

лет уровень загрязнений атмосферного воздуха в Калининском районе сокращался.

#### 2.2. Анализ состояния растительности в Калининском районе

Зеленый фонд Санкт-Петербурга — совокупность территорий зеленых насаждений, на которых расположены лесные и иные зеленые насаждения, в том числе в зеленых зонах, лесопарковых зонах, и других территорий зеленых насаждений в пределах административной границы Санкт-Петербурга. Зеленые насаждения выполняют различные функции, главные из которых: оздоровление воздушного бассейна города за счет поглощения углекислого газа и выделения кислорода, снижение уровня городского шума, запыленности и загазованности воздуха, а также улучшение микроклимата за счет понижения температуры окружающего воздуха в жаркую погоду из-за испарения влаги, защита от ветров, выделение растениями фитонцидов — особых летучих веществ, способных убивать болезнетворные микробы [33].

В Калининском районе Санкт-Петербурга на 01.01.2022 расположено 95 объектов зеленых насаждений общего пользования городского значения (445,7 га), 157 объектов зеленых насаждений общего пользования местного значения (107,6 га), 48 объектов зеленых насаждений, выполняющих специальные функции, в части уличного озеленения (304,5 га) [35].

Виды зеленых насаждений определяются Законом Санкт-Петербурга от 28.06.2010 № 396-88 «О зеленых насаждениях в Санкт-Петербурге» [38]. В целях сохранения и развития зеленого фонда Санкт-Петербурга и создания благоприятной окружающей среды устанавливаются нормативы качества зеленых насаждений, минимальные нормативы обеспеченности населения Санкт-Петербурга в совокупности территориями зеленых насаждений общего пользования, территориями зеленых насаждений ограниченного пользования, территориями зеленых насаждений внутриквартального озеленения и показатель

обеспеченности населения Санкт-Петербурга территориями зеленых насаждений общего пользования [38].

На рисунке (рисунок 8) приведена схема расположения зеленых насаждений общего пользования городского и местного значения, а также уличного озеленения в Калининском районе Санкт-Петербурга [35].



Рисунок 8 — Зеленые насаждения в Калининском районе Санкт-Петербурга (по [35])

В Калининском районе Санкт-Петербурга нормативы обеспеченности населения территориями зеленых насаждений средние – 12 м /чел. Показатель

обеспеченности населения Санкт-Петербурга территориями зеленых насаждений определяется для каждого района города как соотношение 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 лиц, зарегистрированных в данном районе Санкт-Петербурга [35].

Обеспеченность населения Калининского района Санкт-Петербурга зелеными насаждениями общего пользования городского и местного значения, зелеными насаждениями ограниченного пользования составляет 17,9 м /чел при суммарной площади указанных видов зеленых насаждений 938,3 га. Общую характеристику состояния всех компонентов зеленых насаждений на объекте (деревьев, кустарников, газонов и цветников) позволяет Коэффициент комплексной экологической оценки (ККЭО). Он рассчитывается в соответствии Методикой оценки экологического состояния ЗНОП, утвержденной Распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга от 30.08.2007 № 90-р с учетом категорий состояния всех компонентов насаждений и их весовых коэффициентов. Состояние объекта озеленения по ККЭО изменяется от 1,0 при идеальном состоянии насаждений до 3,0 при неудовлетворительном состоянии насаждений в соответствии с данными, представленными в таблице (таблица 6) [30].

Таблица 6 - Методика комплексной экологической оценки (ККЭО)

Характеристика	Коэффициент
1	2
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

В Калининском районе Санкт-Петербурга в 2021 году Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической

безопасности Санкт-Петербурга проведена экологическая оценка двух объектов ЗНОП (таблица 7), которые находятся в хорошем состоянии (ККЭО от 1,49 до 2,00) [35].

Таблица 7 - Перечень обследованных в 2021 году объектов ЗНОП городского значения Калининского района Санкт-Петербурга

Код объекта по	Название объекта	ККЭО
ККЭО	закону о ЗНОП	2021
1	2	3
2016	Муринский парк (участок	1,76
	2) от Гражданского пр. до	
	ул. Руставели	
4138	Сквер б/н на Киришской	1,89
	ул. у д. 52 по ул. Руставели	

Для получения оперативной информации об изменении экологического состояния насаждений проводят маршрутные рекогносцировочные обследования объектов озеленения (далее – маршруты). Обследование объектов на маршруте проводится в соответствии с Методикой мониторинга состояния ЗНОП на территории Санкт-Петербурга, утвержденной Распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга от 22.06.2010 № 99-р. В Калининском районе Санкт-Петербурга в 2021 году проведено два маршрутных обследования зеленых насаждений (маршруты №№ 57 и 58, таблица 8) [45].

Таблица 8 - Перечень объектов на маршрутах №№ 57 и 58, обследованных в 2021 году

Код маршрута	Название объекта	Участок объекта озеленения
1	2	3
m57:1	пр. Культуры	от пр.Просвещения до Северного
m57:2	Тихорецкий пр.	от Северного пр. до ул. Веденеева
m57:3	ул. Академика Байкова	от Тихорецкого до Константинова
m57:4	ул. Академика Константинова	весь
m58:1	Брюсовская ул.	весь
m58:2	пр. Мечникова	весь
m58:3	Замшина ул.	от Мечникова до Блюхера

Для каждого объекта озеленения на маршрутах отмечено текущее состояние древесных пород, причины их ослабления и усыхания насаждений, наличие или отсутствие массовой встречаемости болезней и вредителей насаждений.

Класс возраста деревьев в таблице 9 соответствует следующим группам: 1 - до 10 лет, 2 - от 11 до 20 лет, 3 - от 21 до 40 лет, 4 - от 41 до 60 лет, 5 - старше 60 лет [38].

Категория состояния дерева определяется по 6-бальной шкале: 1 — без признаков ослабления, 2 — ослабленное, 3 — сильно ослабленное, 4 — усыхающее, 5 — усохшее в текущем году (сухостой этого года), 6 — сухостой прошлых лет (таблица 9).

Состояние деревьев на маршруте наполовину хорошее (категория состояния 1), а наполовину ослабленное (категория состояния 2). Вязы в очагах голландской болезни варьируют от ослабленного состояния до сухостоя (категории состояния 2-5). Липы, ивы, тополя и клены ослаблены краевым некрозом листьев, возникающих в результате применения противогололедных реагентов на основе технической соли, а также некрозно-раковыми заболеваниями [38].

Таблица 9 - Состояние деревьев по породам на маршрутах в Калининском районе в 2021 года

Код маршрута	Порода	Класс возраста	Категория состояния
1	2	3	4
m57:1	Липа мелколистная	2	2
m57:1	Яблоня	3	1
m57:1	Вяз гладкий	4	1
m57:1	Вяз гладкий	5	3
m57:1	Каштан конский	5	1
m57:1	Липа мелколистная	3	1
m57:1	Рябина обыкновенная	4	1
m57:1	Липа крупнолистная	3	1
m57:1	Липа крупнолистная	3	2
m57:1	Береза повислая	3	1
m57:2	Вяз гладкий	4	2
m57:2	Вяз гладкий	4	1
m57:2	Клен остролистный	4	1

m57:2	Клен остролистный	1	1
m57:2	Ясень пенсильванский	3	1
m57:2	Сосна обыкновенная	5	1
m57:2	Береза повислая	5	1
m57:2	Вяз гладкий	4	3
m57:2	Рябина обыкновенная	3	1
m57:2	Рябина обыкновенная	4	1
m57:3	Клен остролистный	4	1
m57:3	Береза повислая	4	1
m57:3	Осина дрожащая	4	1
m57:3	Рябина обыкновенная	3	1
m57:3	Рябина обыкновенная	2	1
m57:3	Ива ломкая	4	2
m57:3	Тополь берлинский	4	1
m57:3	Тополь берлинский	1	3
m57:4	Береза повислая	4	1
m57:4	Рябина обыкновенная	1	1
m57:4	Липа мелколистная	4	1
m58:4	Боярышник	3	2
m58:4	Вяз гладкий	4	2
m58:4	Вяз гладкий	4	4
m58:4	Вяз гладкий	3	3
m58:1	Липа мелколистная	4	2
m58:1	Липа мелколистная	1	3
m58:1	Яблоня	1	1
m58:1	Клен остролистный	4	3
m58:1	Клен остролистный	4	1
m58:1	Вяз гладкий	4	3
m58:1	Вяз гладкий	4	1
m58:1	Вяз гладкий	5	2
m58:1	Ясень пенсильванский	4	2
m58:2	Клен остролистный	3	2
m58:2	Береза повислая	4	1
m58:2	Вяз гладкий	4	2
m58:2	Вяз гладкий	4	3
m58:2	Клен остролистный	4	1
m58:2	Вяз гладкий	5	1
m58:2	Береза повислая	4	1
m58:2	Береза повислая	1	1
m58:2	Вяз гладкий	4	3
m58:2	Вяз гладкий	4	4
m58:2	Липа крупнолистная	2	1
m58:2	Клен остролистный	2	2
m58:2	Дуб черешчатый	4	1
m58:3	Дуб черешчатый	4	1
m58:3	Лиственница сибирская	5	2
m58:3	Лиственница сибирская	5	1
m58:3	Вяз гладкий	2	1
m58:3	Вяз гладкий	3	1
m58:3	Вяз гладкий	3	3

То есть зеленые насаждения Калининского района являются достаточно разнообразными по видовому признаку.

На каждом объекте озеленения в ходе маршрутного обследования производился сбор данных о состоянии деревьев, кустарников, газонов и цветников в рамках комплексной экологической оценки состояния объектов зеленых насаждений для расчета ККЭО [38].

Экологическое состояние объектов озеленения на маршрутах по ККЭО в 2021 году в основном идеальное (ККЭО от 1,00 до 1,49, таблица 10), один объект находится в хорошем состоянии (ККЭО от 1,49 до 1,99) и один объект в удовлетворительном состоянии (ККЭО от 2,00 до 2,49) — действующий очаг голландской болезни на ул. Академика Константинова [36].

Таблица 10 - Перечень объектов на маршрутах в Калининском районе, на которых производилась экологическая оценка в 2021 году

Код маршрута	Название объекта	ККЭО 2021	
1	2	3	
m57:1	пр. Культуры	1,18	
m57:2	Тихорецкий пр.	1,37	
m57:3	ул. Академика Байкова	1,41	
m57:4	ул. Академика Константинова	2,01	
m58:1	Брюсовская ул.	1,72	
m58:2	пр. Мечникова	1,34	
m58:3	ул. Замшина	1,28	

Проведена экологическая оценка 1 объекта зеленых насаждений общего пользования местного значения, который находится в идеальном состоянии — Суздальский проспект, участок 7, (внутриквартальный сквер на Суздальском пр., д. 73, корп. 1, д. 77, корп. 1; ККЭО 1,09).

На цифровую топографическую основу Санкт-Петербурга в Калининском районе в 2021 году нанесено 47 возникающих, 32 действующих и 6 затухающих очагов голландской болезни вязов (всего 85 шт.). Протяженность вязовых насаждений без признаков поражения голландской болезнью составляет 12628,8 м (таблица 11) [36].

Таблица 11 - Распространение голландской болезни вязов в Калининском районе в 2021 году

Кол	Протяженность насаждений без признаков поражения, м			
1	2	3	4	5
возникающих	действующих	затухающих	всего	
47	32	6	85	12628,8

В сравнении с результатами мониторинга голландской болезни вязов 2020 года общее число очагов заболевания на территории Калининского района к концу 2021 увеличилось: вырублен один действующий очаг графиоза (рисунок 9), но добавлено девять возникающих очагов [35].

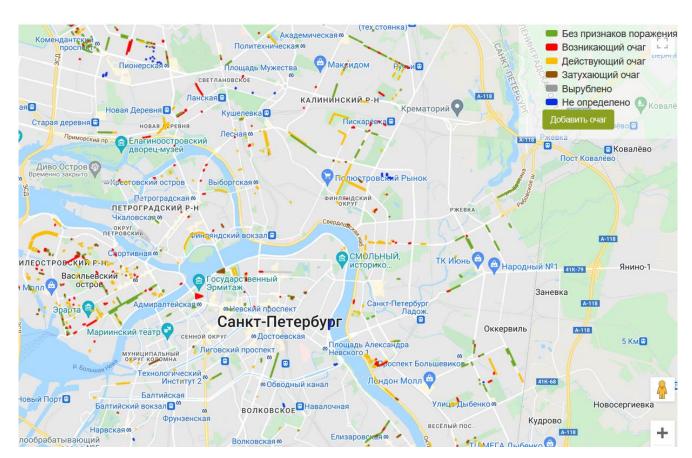


Рисунок 11 – Очаги графиоза заболевания растений на территории Калининского района (по [35])

Таким образом, состояние зеленых насаждений в Калининском районе можно оценить, как недостаточно удовлетворительное, так как увеличилось количество деревьев с заболеваниями, стало больше деревьев в ослабленном состоянии (См. Приложение 1), сильно ослабленном состоянии и усыхающем состоянии, поэтому можно предположить, что одним из факторов данной тенденции может являться экологическая обстановка Калининского района, которая негативно действует на растительность рассматриваемого территориального образования в составе Санкт-Петербурга.

# ГЛАВА 3. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОДДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ КАЛИНИНСКОГО РАЙОНА

# 3.1. Актуальные методы борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха, выбор целесообразного способа для Калининского района

Исследовав загрязнение атмосферного воздуха и его влияние на состояние растительности в Калининском районе Санкт-Петербурга, представляется целесообразным выделить актуальные методы борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха, существующие не только в России, но и в мире.

Первоначально необходимо отметить, что все мероприятия, направленные на борьбу с загрязнениями атмосферного воздуха, подразделяются на четыре основные группы, среди которых следующие (рисунок 12) [41].

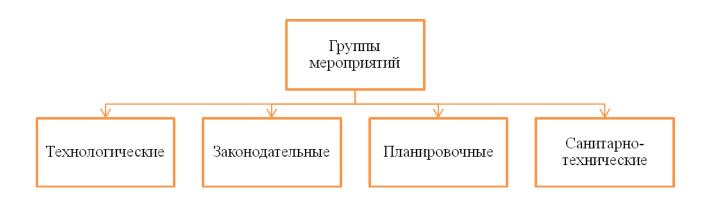


Рисунок 12 – Группы мероприятий, направленные на борьбу с загрязнениями атмосферного воздуха (по [41])

Из рисунка 12 видно, что к основным группам мероприятий, направленных на борьбу с загрязнениями атмосферного воздуха, относятся такие, как технологические, законодательные, планировочные, санитарно-технические. В таблице (таблица 12) представлены основные характеристики направлений мероприятий, направляемых на борьбу с загрязнениями атмосферного воздуха.

Таблица 12 - Основные характеристики направлений мероприятий, направляемых на борьбу с загрязнениями атмосферного воздуха [41]

Группа мероприятий	Содержание мероприятий
1	2
Технологические	Направлены на то, чтобы совершенствовать
	процессы изготовления и хранения топлива,
	производить эффективную очистку сырья от
	примесей, осуществлять правильную
	утилизация отходов.
Законодательные	Устранение пробелов в законодательной
	базе, регламентирующей экологическую
	обстановку; внесение изменений и
	дополнений в законодательство,
	координирующих поведение граждан в
	сохранении окружающей среды.
Планировочные	Направлены на рациональное распределение
	пространства населенного пункта с
	применением оптимизационных решений в
	области озеленения городов, поселков;
	выделения территорий для разбивки
	парковых зон и скверов и так далее.
Санитарно-технические	Использование новационных технологий
	для фильтрации, герметизации и прочее.

В таблице (таблица 13) представлены возможные варианты применения перечисленных групп мероприятий, направленных на борьбу с загрязнениями атмосферного воздуха [45].

Таблица 13 - Возможные варианты применения перечисленных групп мероприятий, направленных на борьбу с загрязнениями атмосферного воздуха

Группа	Содержание мероприятий	Конкретизация технологий
мероприятий		
1	2	3
Технологические	Направлены на то, чтобы	Использование газа вместо угля в
	совершенствовать процессы	локальных производственных
	изготовления и хранения	системах, позволяющих
	топлива, производить	перерабатывать выделяющиеся
	эффективную очистку сырья от	вещества; гидрообеспыливание;
	примесей, осуществлять	замена котельных установок на
	правильную утилизация	централизованное тепло.
	отходов.	
Законодательные	Устранение пробелов в	Введение законодательных
	законодательной базе,	запретов на уровне Санкт-
	регламентирующей	Петербурга и территорий,
	экологическую обстановку;	входящих в его состав, на въезд

	D.V.O.O.V.V.O.V.O.V.O.V.O.V.O.V.O.V.O.V.	antara fara v
	внесение изменений и	автомобилей и парковые зоны и в
	дополнений в законодательство,	скверы; ограничительные меры с
	координирующих поведение	применением штрафных санкций
	граждан в сохранении	за строительство
	окружающей среды.	производственных предприятий в
		жилых секторах.
Планировочные	Направлены на рациональное	Организация озеленительных
	распределение пространства	защитных, прокладывание дорог
	населенного пункта с	для грузового автотранспорта в
	применением оптимизационных	обход жилых районов; выбор мест
	решений в области озеленения	утилизации отходов с
	городов, поселков; выделения	применением системы
	территорий для разбивки	направления ветра.
	парковых зон и скверов и так	
	далее.	
Санитарно-	Использование новационных	Применение газоулавливающих
технические	технологий для фильтрации,	приборов, электрофильтров,
	герметизации и прочее.	циклонов, герметизация
		транспортного оборудования.

В связи с тем, что Калининский район Санкт-Петербурга является одним из крупнейших в городе с точки зрения развития промышленности и транспортных магистралей, особую значимость для района приобретают технологические и санитарно-технические направления борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха. В таблице (таблица 14) представлены новационные методы технологической и санитарно-технической борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха в районном масштабе [42].

Таблица 14 - Новационные методы технологической и санитарнотехнической борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха в районном масштабе

Группа	Направления	Характеристика	Преимуществ	Недостатки
мероприятий	мероприятий	мероприятий	a	
1	2	3	4	5
Технологическ	Адсорбционный	Адсорбционный	Финансовая	Может
ие	метод очистки	метод основан на	доступность	применяться
	воздуха	поглощении ЛОС		только в
		твёрдыми		случаях
		сорбентами, как		низкой
		правило,		концентраци
		синтетическими		и ЛОС в
		цеолитами или		газовых
		активированными		выбросах

		углями. Для		
		непрерывного		
		проведения		
		процесса		
		необходима		
		регенерация		
		адсорбента,		
		требующая		
		энергозатрат.		
Технологическ	Плазмохимически	Основан на	Малые	Неполное
ие	й метод очистки	пропускании через	расходы и	разложение
	воздуха	высоковольтный	полное	вредных
		разряд воздушной	разложение	веществ до
		смеси с вредными	ЛОС при	воды и
		примесями. Как	низких	углекислого
		правило,	концентраци	газа,
		используются	ЯХ	особенно при
		озонаторы на		повышенных
		основе барьерных,		концентраци
		коронных или		ях ЛОС, и
		скользящих		малая
		разрядов, либо		единичная
		импульсные		мощность
		высокочастотные		плазмотроно
		разряды на		В
		электрофильтрах.		
Санитарно-	Фотокаталитическ	Используются	Малые	Малая
технические	ий метод очистки	катализаторы на	расходы,	изученность
	воздуха	основе ТіО2,	высокие	метода в
		которые при	концентраци	России
		облучении	И	
		ультрафиолетом		
		способны		
		генерировать		
		реакционноспособн		
		ые частицы,		
		разрушающие ЛОС.		

Из таблицы 14 видно, что к основным технологическим методам борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха можно отнести такие, как адсорбционный метод очистки воздуха и плазмохимический метод очистки воздуха. Однако данные методы обладают такими недостатками, как применение только в случаях низкой концентрации ЛОС в газовых выбросах, неполное разложение вредных веществ до воды и углекислого газа, особенно при повышенных концентрациях ЛОС и малая единичная мощность разложения вредных веществ в воздухе при повышенных концентрациях ЛОС.

При этом в качестве одного из новационных санитарно-технических методов борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха можно выделить фотокаталитический метод очистки воздуха, обладающий такими преимуществами, как низкие финансовые издержки при реализации и высокие концентрации разложения ЛОС при больших объемах выбросов вредных веществ в атмосферу.

Единственным недостатком фотокаталитического метода очистки воздуха в России является то, что он пока мало изучен, однако, мировая практика борьбы с загрязнениями атмосферы показала, что он является одним из наиболее перспективных способов очистки воздуха от промышленных загрязнений (в силу доступной финансовой стоимости, безопасности применения, а также возможностей разложения больших объемов ЛОС), о чем свидетельствуют возрастающие показатели его применения, например, в США и Евросоюзе, что видно из рисунка (рисунок 13) [43].

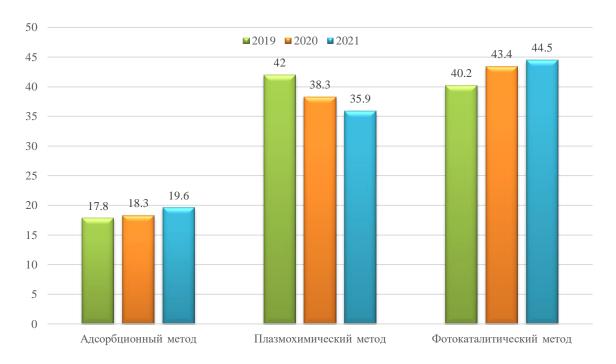


Рисунок 13 — Динамика применения фотокаталического метода борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха в США и Евросоюзе в сравнении с адсорбционным и плазмохимическими методами за 2019-2021 годы, в процентах (по [43])

В связи с тем, что фотокаталитический метод борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха является одним из самых перспективных в мировой практике представляется целесообразным его применение в Калининском районе, в зонах сосредоточения промышленных производств, для обеспечения очистки атмосферы от ЛОС.

Таким конкретизация новационных методов борьбы образом, загрязнениями атмосферного воздуха позволила определить, что в настоящий момент наиболее подходящим для Калининского района Санкт-Петербурга является фотокаталитический способ очистки атмосферы от загрязняющих веществ по следующим причинам. Во-первых, фотокаталитический метод доказал свою состоятельность в развитых государствах, среди которых США и страны, расположенные на территории Евросоюза. Во-вторых, в сравнении с иными методами очистки атмосферного воздуха от загрязняющих веществ (в частности, адсорбционный и плазмохимический), фотокаталитический метод обладает возможностями разложения больших объемов ЛОС, выбрасываемых в атмосферу действующими промышленными предприятиями. В-третьих, катализаторы, используемые в фотокаталитическом методе способны к регенерации и последующему разрушению ЛОС.

# 3.2. Программа сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений

Охарактеризовав борьбы актуальные методы c загрязнениями атмосферного воздуха, определить, онжом ЧТО В настоящий момент перспективным методом борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха в Калининском районе является фотокаталитический способ, который помимо перечисленных выше преимуществ, направлен на сохранение растительности. Это связано с тем, что загрязняющие атмосферу вещества перерабатываются в локальном пространстве предприятий, следовательно, не оседают на коре и листьях растений, обеспечивая длительность их роста, снижая риски заболеваемости [45].

В связи с этим видится возможным детальное рассмотрение фотокаталитического метода борьбы с загрязнениями атмосферного воздуха.

При фотокаталитическом окислении органических соединений, выбрасываемых в атмосферы при промышленном производстве, используются катализаторы на основе  ${\rm TiO_2}$ , которые при облучении ультрафиолетом способны генерировать реакционноспособные частицы, разрушающие ЛОС.

При фотокаталитическом окислении используется слой активного материала (катализатора), который ускоряет реакцию, что позволяет проводить реакцию окисления при температуре 200-600°С. При этом достигается степень очистки атмосферного воздуха, достигающая 95-99%, что является очень высоким результатом (например, при адсорбционным методе – 70% и при плазмохимическом – 72%) [46].

Фотокаталитическое окисление осуществляется на базе каталитического блока типа SC, который характеризуется: низким содержанием платины, устойчивостью к каталитическим ядам, низким гидравлическим сопротивлением основы из стекловолокна и её прочностью, широким температурным режимом, обеспечивающим дополнительную надёжность катализатора.

Высокодисперсные активные центры как бы «спрятаны» в стекле и недоступны для каталитических ядов (S, тяжёлых металлов), поступающих вместе с газовым потоком. Поэтому они выгодно отличаются от традиционных катализаторов на оксидах алюминия, где активная поверхность металлических частиц открыто контактирует с ядами, образуя неактивные сульфиды металлов. Кроме того, вследствие прочной стабилизации кластеров платины в стекле, они не спекаются в металлическую фазу и не образуют неактивных фаз [46].

Каталитический дожигатель, оборудованный системой рекуперации тепла, при фотокаталитическом окислении совмещён с роторным концентратором. Роторное колесо с кассетами, заполненными адсорбентом, со скоростью от 2 до 8 об/ч вращается в непрерывном потоке холодного загрязнённого воздуха. По

мере вращения ротора адсорбент, содержащий уловленные вещества, попадает в герметичную секцию, непрерывно продуваемую горячим воздухом, где регенерируется. Горячий воздух с высокой концентрацией десорбированных загрязнителей направляется на дожигатель. Использование концентратора позволяет снизить поток через каталитический дожигатель и сгладить колебания концентраций загрязнителя в выбросах [46].

Технология, использующая цеолиты вместо угля, эффективна для больших объёмов выбросов с большим содержанием в концентрациях более 2 мг/м<sup>3</sup> [39].

В таблице (таблица 15) представлены ключевые структурные компоненты фотокаталитического метода очистки атмосферного воздуха [39].

Таблица 15 - Ключевые структурные компоненты фотокаталитического метода очистки атмосферного воздуха

Ключевой компонент	Вид ключевого компонента
1	2
Промышленный катализатор очистки воздуха	Soloci
Каталитический дожигатель отходящих газов	
Катализатор отработанных газов	



На основе детализации фотокаталитического метода очистки атмосферного воздуха от промышленных загрязнений, в таблице (таблица 16) представлена Программа сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений.

Таблица 16 - Программа сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений посредством применения фотокаталитического метода

Структурный элемент программы	Содержание структурного элемента		
	программы		
1	2		
Наименование программы	Программа сохранения растительности		
	Калининского района за счет очистки		
	атмосферного воздуха от загрязнений		
	посредством применения		
	фотокаталитического метода		
Заказчик программы	Отдел благоустройства и экологии		
	Администрация Калининского района		
Местонахождение заказчика программы	195009, Санкт-Петербург, наб. Арсенальная,		
	13/1		
Телефон заказчика программы (приемная)	+7 (812) 576-99-53		
Сроки реализации программы	01.07.2022-31.12.2024		
Цель программы	Снижение уровня заболеваемости растений		
	Калининского района за счет снижения		
	выбросов в атмосферу ЛОС от действия		
	промышленных производств.		
Задачи программы	Модернизация промышленных производств		
	Калининского района на основе применения		
	технологии фотокаталитического окисления		
	загрязняющих веществ.		
	Снижение объемов выбросов ЛОС в		
	атмосферу от действующих промышленных		
	предприятий.		
	Снижение уровня заболеваемости растений в		
	Калининском районе.		
	Повышение продолжительности		
	жизнедеятельности растений.		

	Общее улучшение экологической ситуации в		
	Калининском районе.		
Финансирование программы	Средства муниципального бюджета		
	Калининского района.		
Применяемые виды контроля	Вводный, текущий, контрольный.		
Осуществление контроля	Служащие Отдела благоустройства и		
	экологии Администрация Калининского		
	района.		
Координатор реализации программы	Начальник Отдела благоустройства и		
	экологии Администрация Калининского		
	района.		
Индикаторы эффективности программы, в	Снижение объемов выборов ЛОС в		
том числе:	атмосферный воздух Калининского района.		
Экологические	Снижение уровня заболеваемости растений		
	Калининского района.		
	Снижение количества вырубки заболевших		
	растений и их уничтожения.		
	Снижение негативного воздействия на		
	окружающую среду.		
Социальные	Повышение экологической ответственности		
	руководителей промышленного		
	производства территории в составе Санкт-		
	Петербурга.		
	Повышение гражданской ответственности		
	населения в сохранении растительности		
	района.		
	Снижение уровня заболеваемости населения		
	хроническими болезнями легких.		
	Повышение рождаемости и увеличение		
	численности детей, рождающихся без		
	патологий развития.		

Таким образом, в целях сохранения растительности Калининского района в рамках выпускной квалификационной работы предлагается «Программа сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений посредством применения фотокаталитического метода», заказчиком которой является Отдел благоустройства и экологии Администрации Калининского района.

Цель программы, запланированной к реализации с 01.07.2022 по 31.12.2024 и осуществляемой за счет муниципальных средств, является снижение уровня заболеваемости растений Калининского района за счет снижения выбросов в атмосферу ЛОС от действия промышленных производств. Для достижения цели программы решаются следующие задачи: модернизация

промышленных производств Калининского района на основе применения технологии фотокаталитического окисления загрязняющих веществ; снижение объемов выбросов ЛОС в атмосферу от действующих промышленных предприятий; снижение уровня заболеваемости растений в Калининском районе; повышение продолжительности жизнедеятельности растений; общее улучшение экологической ситуации в Калининском районе.

Экологическими индикаторами программы являются такие, как снижение объемов выборов ЛОС в атмосферный воздух Калининского района; снижение уровня заболеваемости растений Калининского района; снижение количества вырубки заболевших растений и их уничтожения; общее улучшение экологической ситуации в районе. В группу социальных индикаторов можно включить следующие: повышение социальной ответственности руководителей промышленного производства территории в составе Санкт-Петербурга; снижение уровня заболеваемости населения хроническими болезнями легких; сохранении повышение гражданской ответственности населения растительности района; повышение рождаемости и увеличение численности детей, рождающихся без патологий развития.

### 3.3. Бюджет программы и ее организация

Организация любой программы предполагает составление организационного плана, в котором указываются направления реализации программы, сроки их осуществления, специалисты, ответственные за исполнение, а также специалисты, отвечающие за проведение контроля и общую координацию осуществления программы (таблица 17) [45].

Таблица 17 - Организация «Программы сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений посредством применения фотокаталитического метода»

Направление программы ответственные за исполнение за вводный и текущий контроль качества реализации программы программы программы и текущий контроль качества реализации программы программы программы программы программы программы программы и текущий контроль качества реализации программы програм
за исполнение за вводный и текущий контроль качества реализации  1 2 3 4 5 Проведение Специалисты по мониторинга ожологическому действующих промышленных промышленных промышленных промышленных промышленных промышленных промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода благоустройства и экологич фотокаталитического метода благоустройства и экологическоют метода благоустройства и экологическоют метода благоустройства и экологического контроля Отдела благоустройства и экологического контроля Отдела благоустройства и экологического контроля Отдела благоустройства и экологического района. Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника отдела, заместитель начальника отдела отде
Проведение встреч сруководящим составом предприятий о Отдела начальник отдела начальник отдела от
Троведение   Специалисты по мониторинга зкологическому действующих промышленных производств Калининского района   Оценка возможностей предприятий для ресализации фотокаталитического метода   Отдела благоустройства и экологической метода   Отдела благоустройства и экологической метода   Отдела благоустройства и экологиче от района   Оценка возможностей предприятий для реализации фотокаталитического метода   Отдела благоустройства и экологического метода   Отдела благоустройства и экологического контроля Отдела   Отдела благоустройства и экологиче от района.   Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района.   Отдела благоустройства и экологии отдела   Отдела благоустройства и экологии отдела   Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района.   Отдела благоустройства и экологии отдела   Отдела благоустройства и экологии отдела отдела   Отдела благоустройства и экологии отдела   Отдела отдела отдела   Отдела отдела отдела   Отдела отдела отдела отдела   Отдела   Отдела отдела   Отдела
Троведение мониторинга действующих промышленных производств Калининского района Отдела промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника предприятий о Отдела начальника отдела начальника отдела начальника отдела отдел
Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Подела (Специалисты по экологии ескому промышленных производств Калининского района. Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела (Специалисты по экологии Администрация Калининского района. Специалисты по экологическото метода (Специалисты по экологии Администрация Калининского района. (Специалисты по экологии Администрация Калининского района. (Специалисты по экологической инженерии отдела, заместитель начальника (Специалисты по экологической инженерии отдела, заместитель начальника (Специалисты по экологической инженерии отдела, заместитель начальника (Специалисты по экологической инженерии начальника (Специалисты начальника
Проведение мониторинга действующих промышленных производств Калининского района.  Оценка возможностей продприятий для реализации фотокаталитического метода  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела  Проведение встреч с оставом предприятий о Отдела  Проведение встреч с оставом предприятий о Отдела инженерии предприятий о Отдела инженерии предприятий о Отдела отдела отдела, заместитель начальника отдела, заместитель начальника отдела, заместитель начальника отдела отд
мониторинга действующих промышленных производств Калининского района Администрация Калининского района.  Оценка возможностей промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника отдела, заместитель начальника отдела (отдела (от
действующих промышленных производств Калининского района Администрация Калининского района Возможностей промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Оценка возможностей промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника  Мониторингу, специалисты начальник отдела, заместитель начальник отдела, отдела, заместитель начальник отдела, заместитель начальника
промышленных производств Калининского района Изкологии Администрация Калининского района.  Оценка Специалисты по возможностей экологическому промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника отдела, заместитель начальник отдела начальник отдела начальника
Производств Калининского района и экологии Администрация Калининского района.  Оценка Специалисты по вкологическому промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода благоустройства и экологич Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника  Проведение встреч с пруководящим составом предприятий о Отдела начальника  Отдела благоустройства и экологической отдела, заместитель начальника отдела отдел
Калининского района  Оценка Специалисты по возможностей промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела  Проведение предприятий о Отдела  Оценка Специалисты по экологическому мониторингу, специалисты начальника отдела  Отдела благоустройства и экологии  Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела  Отдела начальника  Отдела, заместитель начальник отдела, отдела отдела  Отдела, заместитель начальник отдела, отдела отдела  Отдела начальника  Отдела начальника  Отдела начальника  Отдела начальника
района Администрация Калининского района.  Оценка возможностей якологическому промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника  Проведение и встреч с пруководящим составом предприятий о Отдела начальника  Оценка Калининского района.  Начальник отдела от
Калининского района.  Оценка Специалисты по возможностей экологическому промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника  Продедение встреч с пруководящим составом предприятий о Отдела начальника  Отдела начальник начальник начальник отдела начальник отдела, заместитель начальник отдела, заместитель начальник отдела начальника  Начальник отдела отдела 10.08.2022-10.08.2022
Оценка Специалисты по возможностей промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела предприятий о Отдела начальника отдела начальника отдела (отдела начальника отдела)  Начальник отдела отдела (отдела отдела (отдела отдела
Оценка Специалисты по возможностей экологическому промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела предприятий о Отдела начальника предприятий о Отдела начальника предприятий о Отдела начальника по отдела начальника отдела (отдела начальника отдела (отдела начальника отдела (отдела отдела (отдела отдела (отдела отдела отдела (отдела отдела (отдела отдела отдела (отдела отдела отдела отдела (отдела отдела отд
возможностей промышленных предприятий для реализации фотокаталитического метода Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника Отдела начальника Отдела заместитель начальник Отдела отдела отдела отдела, заместитель начальника Отдела, заместитель начальника Отдела, заместитель начальник Отдела отд
промышленных предприятий для реализации ведомственного экологического метода Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника  Проведение встреч с отдела отдела отдела, отдела отде
предприятий для реализации ведомственного экологического метода Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника отдела начальника отдела начальника Отдела начальника Отдела начальника
реализации фотокаталитического метода контроля Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника  Ведомственного экологического контроля Отдела отдела отдела 10.08.2022-10.08.2022
фотокаталитического метода экологического контроля Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим составом предприятий о Отдела начальника  ———————————————————————————————————
метода контроля Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим экологической отдела, отдела 10.08.2022- составом инженерии заместитель предприятий о Отдела начальника
Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим экологической отдела, отдела 10.08.2022-составом инженерии заместитель предприятий о Отдела начальника
благоустройства и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим экологической отдела, отдела 10.08.2022 осставом инженерии заместитель предприятий о Отдела начальника
и экологии Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим экологической отдела, отдела 10.08.2022- составом инженерии заместитель предприятий о Отдела начальника
Администрация Калининского района.  Проведение встреч с руководящим экологической отдела, отдела 10.08.2022 составом инженерии заместитель предприятий о Отдела начальника
Калининского района.         Начальник         Начальник         01.08.2022-           Проведение встреч с руководящим составом предприятий о         Отдела         Начальник отдела, отдела         01.08.2022-           начальника         10.08.2022
Проведение встреч с руководящим экологической отдела, отдела 10.08.2022- составом инженерии заместитель предприятий о Отдела начальника
руководящим экологической отдела, отдела 10.08.2022 составом инженерии заместитель предприятий о Отдела начальника
составом инженерии заместитель предприятий о Отдела начальника
предприятий о Отдела начальника
необходимости благоустройства отдела
модернизации и экологии
производств с Администрация
применением Калининского
фотокаталитического района.
метода для
улучшения экологической
ситуации и
сохранения
растительности
района;
обязательства
руководящего
состава предприятий
к модернизации
производств

Внедрение	Руководящий	Начальник	Начальник	11.08.2022-
фотокаталитического	состав	отдела,	Отдела	01.12.2022
метода очистки	предприятий	заместитель	благоустройства	
атмосферного		начальника	и экологии	
воздуха		Отдела	Администрация	
		благоустройства	Калининского	
		и экологии	района	
		Администрация		
		Калининского		
		района		
Мониторинг	Специалисты по	Начальник	Начальник	02.12.2022-
эффективности	экологическому	отдела,	отдела	25.12.2022
реализации	мониторингу	заместитель		
фотокаталитического	Отдела	начальника		
метода на	благоустройства	отдела		
действующих	и экологии			
производствах	Администрация			
Калининского	Калининского			
района	района.			
Подведение итогов	Специалисты по	Начальник	Начальник	26.12.2022-
программы и	экологическому	отдела,	отдела	31.12.2024
подготовка	мониторингу,	заместитель		
заключения об	специалисты	начальника		
эффективности ее	ведомственного	отдела		
реализации	экологического			
	контроля,			
	специалисты			
	экологической			
	инженерии,			
	аудитор по			
	экологической			
	ситуации			

Из таблицы 17 видно, что в рамках организации «Программы сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений посредством применения фотокаталитического метода» предусмотрена реализация таких мероприятий, как проведение мониторинга действующих промышленных производств Калининского района; оценка возможностей промышленных предприятий ДЛЯ реализации фотокаталитического метода; проведение встреч с руководящим составом предприятий о необходимости модернизации производств с применением фотокаталитического метода для улучшения экологической ситуации и сохранения растительности района; обязательства руководящего состава предприятий к модернизации производств; внедрение фотокаталитического метода очистки атмосферного воздуха; мониторинг эффективности реализации фотокаталитического метода на действующих производствах Калининского района; подведение итогов программы и подготовка заключения об эффективности ее реализации.

Специалистами, ответственными за реализацию мероприятий, являются: специалисты по экологическому мониторингу, специалисты ведомственного экологического контроля, специалисты экологической инженерии, аудитор по экологической ситуации Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района. Вводный и текущий контроль осуществления программы осуществляют начальник отдела и его заместитель. Итоговый контроль качества реализации программы возложен на начальника Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района [45].

В связи с масштабностью «Программы сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений посредством применения фотокаталитического метода», ориентированной на внедрение во всем Калининском районе, рассчитать бюджет ее осуществления представляется затруднительным. По этой причине, на основе мониторинга экологических программ, реализуемых в Калининском районе, становится очевидным, что финансовые границы программы должны укладываться в сумму 3203,7 тысяч рублей, которую ежегодно выделяет местный орган власти на проведение экологических мероприятий [46]. В связи с этим в таблице (таблица 18) представлена проектная бюджетная смета «Программы сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений посредством применения фотокаталитического метода».

Таблица 18 - Проектная бюджетная смета «Программы сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений посредством применения фотокаталитического метода», в тысячах рублей

Направление программы	Бюджет программы, в тысячах рублей
1	2
Проведение оценки уровня загрязнений действующих	33,5
промышленных производств Калининского района на	
окружающую среду	
Оценка возможностей промышленных предприятий для	56,8
реализации фотокаталитического метода	
Проведение встреч с руководящим составом	101,1
предприятий о необходимости модернизации	
производств с применением фотокаталитического	
метода для улучшения экологической ситуации и	
сохранения растительности района; обязательства	
руководящего состава предприятий к модернизации	
производств	
Внедрение фотокаталитического метода очистки	903,4
атмосферного воздуха	
Мониторинг эффективности реализации	2098,7
фотокаталитического метода на действующих	
производствах Калининского района, в том числе:	
В том числе мониторинг состояния растительности в	1365,4
Калининском районе (на постоянных пунктах	
наблюдения, на ключевых участках и мониторинговых	
маршрутах)	
Мониторинг состояния древесных пород по следующим	733,3
критериям: причины ослабления, усыхания	
насаждений, наличие или отсутствие массовой	
встречаемости болезней и вредителей насаждений.	
Подведение итогов программы и подготовка	10,2
заключения об эффективности ее реализации	
Итого	3203,7

Из таблицы 18 что реализация «Программы видно, сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений посредством применения фотокаталитического укладывается в границы бюджета, предусмотренного местным органом власти для проведения природоохранных мероприятий и мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации в Калининском районе, следовательно, финансовые условия осуществления программы являются удовлетворительными.

Таким образом, условия для реализации «Программы сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений посредством применения фотокаталитического метода» являются

благоприятными по следующим причинам. Во-первых, для реализации программы предусмотрен срок в течение полугода, что позволит проводить текущий контроль качества осуществления мероприятий, запланированных к исполнению. Во-вторых, в организации и реализации программы задействованы специалисты Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района, имеющие непосредственное отношение К природоохранной деятельности и улучшению экологической ситуации в районе, что повышает уровень компетентности и профессионализма ее осуществления. В-третьих, проведение итогового контроля реализации программы начальником Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района усиливает значимость ее осуществления и повышает уровень профессиональной ответственности специалистов, задействованных в ее организации и проведении. В-четвертых, проектный бюджет программы укладывается в ту сумму, которая выделяется Главой Администрации Калининского района для реализации мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации в районе.

То есть «Программа сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений посредством применения фотокаталитического метода» может быть успешно реализована в Калининском районе, что подтверждает практическую значимость исследования.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

темой В соответствии c выпускной квалификационной работы, поставленной целью и задачами определено, что под атмосферным воздухом понимается жизненно важный компонент окружающей среды, представляет собой природную смесь газов приземного слоя атмосферы за пределами жилых, производственных и иных помещений, сформировавшуюся в эволюции Земли. Атмосферный воздух является ходе неотъемлемым компонентом окружающей среды.

За последние несколько лет в мире сложилась тенденция увеличения объемов загрязнений атмосферного воздуха, в частности, за счет антропогенных факторов. При этом уменьшился объем загрязнений атмосферного воздуха путем естественных факторов.

При этом антропогенное загрязнение атмосферного воздуха в настоящий момент достигло масштабов экологической катастрофы, так как влечет за собой остронегативные последствия, как для природы, так и для человека. Отрицательное воздействие загрязнения атмосферы на природу сводится к накоплению металлов и канцерогенов в почве, загрязнению водных ресурсов, исчезновению редких видов животных и растений, разрушению озонового слоя, сезонным трансформациям смен времен года; на человека – к росту хронических заболеваний, увеличению смертности, снижению рождаемости, ухудшению репродуктивной функции, увеличению числа патологий при рождении.

Под загрязнителем атмосферного воздуха понимают любой природный или антропогенный агент, попадающий в окружающую природную среду в количествах, превышающих фоновые значения и вызывающий тем самым её загрязнение. К основным группам загрязнителей атмосферного воздуха относят: физические, химические, биологические и механические. В настоящий момент самыми опасными для жизнедеятельности человека и для состояния атмосферы являются химические и механические загрязнители, связанные с выбросом тяжелых металлов, промышленной пыли, канцерогенов в атмосферный воздух.

К основным источникам загрязнения атмосферного воздуха традиционно относят: естественные источники (извержения вулканов, ветер, испарение солей из Мирового океана, вызванные молниями пожары, космическая пыль). К антропогенным источникам загрязнения атмосферного воздуха относят: промышленные выбросы, энергетические предприятия, выхлопные газы, добычу нефти и полезных ископаемых, курение, линии электропередач.

Загрязнение атмосферы негативно влияет не только на природу в целом, но и на ее отдельные компоненты, в частности, растительность, под которой понимается совокупность фитоценозов определённой территории или всей Земли в целом.

Выбрасываемые в атмосферу загрязнители отрицательно влияют не только на внешний вид деревьев, кустарников, травы (появление желтизны на лиственном покрове, фитофторы и так далее), но и приводят к изменениям их произрастания, вследствие чего в определенной местности могут размножаться больные растения, а могут исчезнуть определенные виды, являющиеся наиболее неустойчивыми к загрязнителям атмосферы.

Также длительное воздействие загрязнителей атмосферы на растительность приводит к изменению их природной функции — выработке кислорода, которая становится ниже и лишает человека возможности полноценно дышать, что в свою очередь ведет к возникновению новых заболеваний, с течением времени еще более негативно сказывающихся на экологической обстановке и здоровье человека.

Исследование загрязнения атмосферного воздуха и его влияния на состояние растительности в выпускной квалификационной работе проведено на примере Калининского района, являющегося территориальной единицей в составе Санкт-Петербурга.

Проведенный анализ позволил выявить ряд закономерностей. Во-первых, состояние атмосферного воздуха по данным автоматической станции мониторинга загрязнения атмосферного воздуха  $\mathbb{N}$  18 за 2021 год по наибольшему стандартному индексу — 0,9, что соответствует градации I «низкий

уровень загрязнения». В динамике за последние несколько лет уровень загрязнений атмосферного воздуха в Калининском районе — сокращался. Вовторых, состояние зеленых насаждений в Калининском районе можно оценить, как недостаточно удовлетворительное, так как увеличилось количество деревьев с заболеваниями, стало больше деревьев в ослабленном состоянии, сильно ослабленном состоянии и усыхающем состоянии, что свидетельствует о том, что экологическая обстановка Калининского района негативно действует на растительность рассматриваемого территориального образования в составе Санкт-Петербурга.

борьбы Конкретизация новационных методов  $\mathbf{c}$ загрязнениями атмосферного воздуха позволила определить, что в настоящий момент наиболее Калининского района Санкт-Петербурга подходящим ДЛЯ фотокаталитический способ очистки атмосферы от загрязняющих веществ по следующим причинам. Во-первых, фотокаталитический метод доказал свою состоятельность в развитых государствах, среди которых США и страны, расположенные на территории Евросоюза. Во-вторых, в сравнении с иными методами очистки атмосферного воздуха от загрязняющих веществ (в частности, адсорбционный и плазмохимический), фотокаталитический метод обладает возможностями разложения больших объемов ЛОС, выбрасываемых в промышленными атмосферу действующими предприятиями. катализаторы, используемые в фотокаталитическом методе способны к регенерации и последующему разрушению ЛОС.

В целях сохранения растительности Калининского района в рамках выпускной квалификационной работы предлагается «Программа сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений посредством применения фотокаталитического метода», заказчиком которой является Отдел благоустройства и экологии Администрации Калининского района.

Цель программы, запланированной к реализации с 01.07.2022 по 31.12.2024 и осуществляемой за счет муниципальных средств, является

снижение уровня заболеваемости растений Калининского района за счет снижения выбросов в атмосферу ЛОС от действия промышленных производств. Для достижения цели программы решаются следующие задачи: модернизация промышленных производств Калининского района на основе применения технологии фотокаталитического окисления загрязняющих веществ; снижение объемов выбросов ЛОС в атмосферу от действующих промышленных предприятий; снижение уровня заболеваемости растений в Калининском районе; повышение продолжительности жизнедеятельности растений; общее улучшение экологической ситуации в Калининском районе.

Условия для реализации «Программы сохранения растительности Калининского района за счет очистки атмосферного воздуха от загрязнений фотокаталитического посредством применения метода» являются благоприятными по следующим причинам. Во-первых, для реализации программы предусмотрен срок в течение двух с половиной лет, что позволит проводить текущий контроль качества осуществления мероприятий, запланированных к исполнению. Во-вторых, в организации и реализации программы задействованы специалисты Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района, имеющие непосредственное отношение к природоохранной деятельности и улучшению экологической ситуации в районе, что повышает уровень компетентности и профессионализма ее осуществления. В-третьих, проведение итогового контроля реализации программы начальником Отдела благоустройства и экологии Администрация Калининского района усиливает значимость ее осуществления и повышает уровень профессиональной ответственности специалистов, задействованных в ее организации и проведении. В-четвертых, проектный бюджет программы укладывается в ту сумму, которая выделяется Главой Администрации Калининского района для реализации мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации в районе.

Экологическими индикаторами программы являются такие, как снижение объемов выборов ЛОС в атмосферный воздух Калининского района; снижение уровня заболеваемости растений Калининского района; снижение количества

вырубки заболевших растений и их уничтожения; общее улучшение экологической ситуации в районе. В группу социальных индикаторов можно включить следующие: повышение социальной ответственности руководителей промышленного производства территории в составе Санкт-Петербурга; снижение уровня заболеваемости населения хроническими болезнями легких; повышение гражданской ответственности населения в сохранении растительности района; повышение рождаемости и увеличение численности детей, рождающихся без патологий развития.

Таким образом, цель выпускной квалификационной работы является достигнутой, поставленные задачи — решены, теоретическая и практическая значимость — подтверждены.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1. Тенденции защиты атмосферы в России // Министерство природных ресурсов и экологии РФ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/ (дата обращения 19.11.2021).
- 2. Федеральный закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 № 96-ФЗ (с изм. и доп. от 11.06.2021 № 170-ФЗ)// СПС Консультант Плюс [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
- 3. Федеральный закон РФ «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 № 174-ФЗ (с изм. и доп. от 02.07.2021 № 341-ФЗ)// СПС Консультант Плюс [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
- 4. Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (с изм. и доп. от 02.07.2021 № 342-ФЗ)// СПС Консультант Плюс [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
- 5. Алексеенко В.А., Алексеенко Л.П. Биосфера и жизнедеятельность. Учебное пособие. – М.: Логос, 2019. –212 с.
- 6. Гудариан Р. Загрязнение воздушной среды / Пер. с англ. / Под ред. Г.М. Илькуна. М.: Мир, 2019. 200 с.
- 7. Антропогенные воздействия на атмосферу и ее защита // Материалы форума «Экология 2020». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://moodle.kstu.ru/mod/book/view.php?id=66103&chapterid=16393 (дата обращения 18.11.2021).
- 8. Безуглая Э.Ю., Расторгуева Г.П., Смирнова И.В. Чем дышит промышленный город. СПб.: Гидрометеоиздат, 2021. 256с.
- 9. Антропогенные воздействия на атмосферу и ее защита // Материалы форума «Экология 2020». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://moodle.kstu.ru/mod/book/view.php?id=66103&chapterid=16393 (дата обращения 18.11.2021).
- 10. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. СПб.: Гидрометеоиздат, 2018. –136 с.

- 11. Флоринская Ю. Глобальные экологические проблемы // Первое Сентября. 2019. № 16. С. 27-33.
- 12. Николаевский В.С., Першина Н.А. Проблемы предельно допустимых концентраций загрязнителей, воздействующих на растения / Проблемы фитогигиены и охрана окружающей среды. М.: Инфра-С, 2018. 121 с.
- 13. Илькун Г.М. Загрязнение атмосферы и растений. Киев: Наукова думка, 2018. 248 с.
- 14. Указ Президента РФ «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений» от 08.02.2021 № 76 (действующая редакция) // СПС Консультант Плюс [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
- 15. Калверт С., Инглунд Г. М. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. М.: Дашков и К, 2019. 234 с.
- 16. Быховская М.С., Перегут Е.А., Гернет Е.В. Быстрые методы определения вредных веществ в атмосфере. М.: Химия, 2019. 234 с.
- 17. Гольдберг М.С. Гигиена атмосферного воздуха// Гигиена и санитария. -2020. -№ 11. С. 66-68.
- 18. Влияние загрязненного воздуха на организм человека // Современная научно-технологическая академия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.snta.ru/press-center/vliyanie-zagryaznennogo-vozdukha-na-zdorove-i-okruzhayushchuyu-sredu/ (дата обращения 17.11.2021).
- 19. Иситов Д.Т. Как загрязнение атмосферы влияет на природу // Молодой ученый. -2021. -№ 9.1 (113.1). С. 34-35.
- 20. Небел Б. Наука об окружающей среде, в 2-х томах. Т. 2. М.: Наука, 2018. 433 с.
- 21. Карпухин Г.И. Бактериологическое исследование и обеззараживание воздуха. М.: Медгиз, 2019. 256 с.

- 22. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (с изм. и доп. от 01.09.2021)// СПС Консультант Плюс [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
- 23. Владимиров А.М. Охрана окружающей среды. СПб.: Гидрометеоиздат, 2019. 442 с.
- 24. Десслер Х.Г. Воздействие загрязнителей на растительный мир. М.: Просвещение, 2019.-207 с.
- 25. Радзевич Н.Н., Пашканг К.В. Охрана и преобразование природы. М: Просвещение, 2019. 280 с.
- 26. Насаждения и загрязнение атмосферы // Ландшафтная архитектура и зеленое строительство. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://landscape.totalarch.com/planting\_pollution\_atmosphere (дата обращения 18.11.2021).
- 27. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 2019.– 278 с.
- 28. Ничипорович А.А. О фотосинтезе растений. М.: Просвещение,  $2018.-260~\mathrm{c}.$ 
  - 29. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 2020. 340 с.
- 30. Нормативные основы озеленения территорий в России в целях защиты атмосферы // СПС Консультант Плюс. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/ (дата обращения 18.11.2021).
- 31. Экологическая обстановка в Калининском районе Санкт-Петербурга // Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1647954295&tld=ru&lang=ru&name=kalinins ky.pdf&text=% (дата обращения 20.03.2022).

32. Защита окружающей среды в Калининском районе Санкт-Петербурга // Администрация Калининского района. [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: https://www.gov.spb.ru/gov/terr/reg\_kalinin/ (дата обращения 16.11.2021).

- 33. Программы защиты окружающей среды в Санкт-Петербурге // Правительство Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gov.spb.ru/gov/terr/reg kalinin/ (дата обращения 20.11.2021).
- 34. Закон Санкт-Петербурга «Экологический кодекс Санкт-Петербурга» от 18.07.2016 № 455-88 (с изм. и доп. от 14.09.2021)// СПС Консультант Плюс [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
- 35. Экологическая обстановка в Калининском районе Санкт-Петербурга // Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1647954295&tld=ru&lang=ru&name=kalinins ky.pdf&text=% (дата обращения 20.03.2022).

- 36. Обзор районов Санкт-Петербурга: Калининский район // Строительство и недвижимость. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://polinov.ru/blog/stroitelstvo-i-nedvizhimost/obzor-r-nov-sankt-peterburga-kalininskiy-r-n/ (дата обращения 21.03.2022).
- 37. Экологическая обстановка в Калининском районе Санкт-Петербурга // Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1647954295&tld=ru&lang=ru&name=kalinins ky.pdf&text=% (дата обращения 20.03.2022).

- 38. Закон Санкт-Петербурга «О зеленых насаждениях в Санкт-Петербурге» от 28.06.2010 № 396-88 (с изм. и доп. от 05.08.2021)// СПС Консультант Плюс [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
- 39. Экологическая обстановка в Калининском районе Санкт-Петербурга // Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению

экологической безопасности Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:

https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1647954295&tld=ru&lang=ru&name=kalinins ky.pdf&text=% (дата обращения 20.03.2022).

- 40. Голландская болезнь вязов в Петербурге // Графиоз Мониторинг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://grafioz2-test.myopencity.org/site/pages/home (дата обращения 22.03.2022).
- 41. Мероприятия по профилактике загрязнений атмосферного воздуха // Экология. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://siv-blog.com/meropriyatiya-po-profilaktike-zagryazneniy-atmosfernogo-vozduha/ (дата обращения 22.03.2022).
- 42. Технологии очистки воздуха. Инновационное газоочистное оборудование основа импортозамещения // Безопасные технологии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://safecat.ru/posts/tekhnologii-ochistki-vozdukha (дата обращения 23.03.2022).
- 43. Принцип фотокаталитической очистки воздуха // Чистый воздух. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.clear-air.ru/blog/obzory-sovety-po-vyboru-stati/printsip-fotokataliticheskoy-ochistki-vozdukha/ (дата обращения 23.03.2022).
- 44. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. СПб.: Гидрометеоиздат, 2018. –136 с.
- 45. Отдел благоустройства и экологии Администрация Калининского района // Администрация Калининского района Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://iss.gov.spb.ru/hierarchy/40544b9a-23fa-409d-a8cd-c53d13090857/ (дата обращения 18.03.2022).
- 46. Природоохранные мероприятия на территории Калининского района // Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1647954295&tld=ru&lang=ru&name=kalinins ky.pdf&text=% (дата обращения 20.03.2022).

## приложение 1



Состояние растительности в Калининском районе, в Муринском парке.

## Продолжение приложения 1



Растительность и деревья в ослабленном состоянии в Калининском районе в городе Санкт-Петербурге.

## Продолжение приложения 1



Растительность и деревья с заболеваниями в Калининском районе в городе Санкт-Петербург.