



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
бакалавра

На тему: «Исследование и анализ концентрации угарного газа вдоль
автомобильных трасс в городских условиях»

Исполнитель: Гурьев Артем Сергеевич
(фамилия, имя, отчество)

Научный руководитель: кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

Кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

« » июня 2023 г.

Санкт-Петербург
2023

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
1. Загрязнение атмосферного воздуха в городской среде автотранспортом как экологическая проблема.....	5
1.1 Особенности воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду	5
1.2 Организация мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в крупных городах-промышленных центрах России.....	9
1.3 Организация мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге	12
1.4 Нормативы содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.....	13
2. Угарный газ как опасный для человека экологический фактор	16
2.1 Основные источники угарного газа в городской среде	16
2.2 Физиологические особенности воздействия угарного газа на организм человека.....	17
2.3 Возможности предотвращения отравления и снижения тяжести последствий для здоровья.....	23
3. Натурные измерения концентрации угарного газа вдоль автомобильных трасс в Санкт-Петербурге	25
3.1 Обоснование выбора районов и пунктов исследования.....	25
3.2 Методика исследования и используемое оборудование.....	28
3.3 Результаты измерений концентрации угарного газа в _____ районе Санкт-Петербурга.....	32
3.4 Результаты измерений концентрации угарного газа в _____ районе Санкт-Петербурга.....	36
3.5 Анализ полученных результатов натурных измерений.....	40
4. Практические рекомендации по снижению концентрации угарного газа вдоль автомобильных трасс в Санкт-Петербурге.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	48

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время основным источником поступления в атмосферу загрязняющих веществ служит автомобильный транспорт. Темпы развития производства автотранспорта с каждым годом только возрастают, поэтому автомобили заполняют городские территории. В результате этого в городах вблизи автомагистралей образуются повышенные концентрации загрязняющих веществ, которые негативно сказываются на здоровье человека, находящегося в непосредственной близости к источнику загрязнения. Именно поэтому данная тема является актуальной и требует глубокого анализа.

В результате сжигания автомобильного топлива вместе с выхлопными газами образуется опасное химическое соединение – угарный газ. Проблема угарного газа в том, что человек не может его ощутить в связи с тем, что газ не имеет внешних отличительных признаков: запаха или цвета. В больших концентрациях и при длительном воздействии угарный газ может привести к смерти человека.

Целью данной выпускной квалификационной работы является производство натурной оценки содержания концентраций угарного газа вдоль автомобильных трасс Московского и Фрунзенского районов города Санкт-Петербурга.

Задачи работы заключаются в следующем:

- изучить процессы, оказывающие непосредственное воздействие на формирование качества атмосферного воздуха в изучаемых районах Санкт-Петербурга;
- изучить организацию мониторинга загрязнения атмосферного воздуха;

- выявить основные источники возникновения угарного газа в пределах городской среды;
- изучить влияние угарного газа на здоровье человека;
- произвести натурные измерения по содержанию концентрации угарного газа вдоль автомобильных трасс Московского и Фрунзенского районов города;
- выполнить сравнительный анализ результатов исследования;
- разработать практические рекомендации по снижению концентрации угарного газа.

1. Загрязнение атмосферного воздуха в городской среде автотранспортом как экологическая проблема

1.1 Особенности воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду

Использование автотранспорта в повседневной жизни является следствием прогресса, автотранспорт приносит людям огромную пользу. Стоит отметить, что автомобилизация помимо положительных аспектов имеет и отрицательные, ведь она связана с явлениями, наносящими вред окружающей среде и человеку.

Следующие явления являются негативным воздействием автотранспорта на окружающую среду:

- загрязнение атмосферного воздуха токсичными компонентами отработавших газов автомобилей;
- транспортный шум и вибрация;
- электромагнитное излучение;
- загрязнение водоемов и подпочвенных вод стоками.

Одним из токсичных компонентов загрязнения атмосферного воздуха являются выбросы соединений свинца, происходящие в один момент с выбросами газов от двигателей внутреннего сгорания автомобилей. Соединения свинца, накапливающиеся в почве, поэтому доступны для растений и животных, в связи с этим накопление соединений опасно.

При возникновении транспортного шума качество среды обитания человека и животных становится хуже. Негативное влияние шума проявляется в его воздействии на нервную систему человека и приводит к сердечно-сосудистым заболеваниям. Вибрация, возникающая при движении автомобиля, влияет на человека через механическую систему, а так же через конструкцию дороги на сооружения и здания. Ее интенсивность зависит от

количества и скорости грузового автотранспорта, от ровности покрытия дороги и типа подстилающего грунта.

Электромагнитное излучение является следствием потери энергии приборами автомобиля. Излучение возрастает ввиду интенсивного движения и наличия непрерывных потоков автомобилей в несколько рядов. Сильные поля излучений оказывают негативное воздействие на организм человека. Для электромагнитных излучений высокой частоты установлен предельно допустимый уровень мощности – 1 мкВт/см. Электромагнитное излучение автотранспорта является источником радиопомех [1].

Существуют следующие особенности автотранспорта, из-за которых происходит загрязнение окружающей среды вредными веществами, в том числе и угарным газом:

1) автомобили территориально широко рассредоточены, тем самым создают общий повышенный фон загрязнения;

2) источники загрязнения располагаются низко относительно земной поверхности, вследствие этого отработавшие газы автомобилей скапливаются в зоне дыхания людей;

3) в отличие от стационарных источников загрязнения, выбросы от автотранспорта имеют более повышенную токсичность;

4) рост численности автомобильного транспорта намного превышает рост количества стационарных источников.

Распределение загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом на территории Российской Федерации неравномерно. Прежде всего это связано с уровнем автомобилизации. Самый высокий уровень автомобилизации наблюдается на Урале – 333 автомобиля на 1000 жителей. В Северо-Западном ФО уровень автомобилизации чуть ниже - 332 машины на 1000 жителей. Показатель автомобилизации выше среднего по стране наблюдается в следующих трех регионах Российской Федерации: в Центральном ФО 329 автомобилей на 1000 жителей, Южном ФО – 328 автомобиля на 1000 жителей и Дальневосточном ФО - 324 автомобиля на

1000 жителей. Самый низкий уровень автомобилизации зафиксирован на Северном Кавказе – 233 автомобилей на 1000 человек [2].

Однако низкий показатель автомобилизации не всегда связан с низким загрязнением атмосферного воздуха. В Российской Федерации есть города, в которых приземный слой атмосферы на 90% загрязняется выхлопными газами автомобилей. К этой категории относятся центральные города южных регионов России, в том числе города Северного Кавказа, в которых наблюдается низкий уровень автомобилизации (Нальчик, Назрань, Ставрополь), Краснодар, Ростов-на-Дону, Ставрополь, Сочи, Воронеж. В Москве и Санкт-Петербурге уровень загрязнения атмосферы автотранспортом достигает 90 – 95% (уровень автомобилизации в них высокий относительно данных по всей Российской Федерации).

Самая высокая плотность загрязняющих выбросов от автотранспорта наблюдается в городах, которые являются центрами регионов (Казань, Тверь, Тамбов) и, например, город Тольятти, в котором повышенное число автомобилей.

Наименее загрязнены дальневосточные города, в связи с активным использованием японских автомобилей [3].

Для выявления особенностей загрязнения воздуха в Российской Федерации от автомобильного транспорта был произведен анализ статистических данных, результаты которого приведены далее.

В таблице 1.2.1 приведены статистические данные Росстата за 2018, 2019 и 2020 годы [4]:

Таблица 1.2.1 - Выбросы загрязняющих атмосферу веществ – всего и от автомобильного транспорта

Год	Выбросы загрязняющих атмосферу веществ – всего, млн. т	Выбросы загрязняющих атмосферу веществ от автомобильного транспорта, млн. т
2018	32,3	15,1
2019	22,7	5,3
2020	22,2	5,1

Согласно данным по таблице 1.2.1 доля выбросов загрязняющих атмосферу веществ от автомобильного транспорта от всех выбросов в 2018 году составила 46,7%, в 2019 году – 23,3%, в 2020 году – 22,9%. Как следствие, выявляется тенденция на снижение доли загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом.

В таблице 1.2.2 приведены данные по выбросам оксида углерода от автомобильного транспорта:

Таблица 1.2.2 - Выбросы оксида углерода в атмосферу от автомобильного транспорта

Год	Всего, млн т	Оксид углерода, млн т
2018	15,1	11,7
2019	5,3	3,8
2020	5,1	3,6

Проанализировав эти данные, можно сделать вывод о том, что доля выброса оксида углерода от автомобильного транспорта от всего количества

выбросов загрязняющих атмосферу веществ составила в 2018 году 77,4%, в 2019 – 70,7%, в 2020 – 71,4% и имеет значительный вес в загрязнении атмосферы непосредственно автомобильным транспортом.

1.2 Организация мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в крупных городах-промышленных центрах России

Качество воздуха города Москвы контролируется при помощи автоматических станций «Мосэкомониторинга». Они обеспечивают непрерывный автоматический контроль основных характеристик выбрасываемых загрязняющих веществ. Перечень контролируемых параметров определен в индивидуальном порядке с учетом составов выбросов промышленного предприятия. Полученные данные об измерениях в режиме реального времени направляются в центр Единой государственной системы экологического мониторинга города Москвы, исполняет функции которого Государственное природоохранное бюджетное учреждение «Мосэкомониторинг» [5].

На сайте присутствуют данные о концентрациях загрязняющих веществ вблизи автотрасс. Пример работы портала приведен на рисунке 1.2.1:



Рисунок 1.2.1 – Данные о содержании загрязняющих веществ вблизи автотрасс в Москве

Кроме этой системы существуют данные передвижной лаборатории контроля загрязнения атмосферного воздуха, находящиеся на портале открытых данных Правительства Москвы. На сайте отражены сведения по датам выезда, описанию местоположения контрольных точек и результаты выезда [6]. Пример работы портала данных изображен на рисунке 1.2.2:


ПОРТАЛ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ
 Правительства Москвы

[ДАННЫЕ](#) [СПРАВОЧНИКИ](#) [ПРИЛОЖЕНИЯ](#) [НОВОСТИ](#) [ИНФОРМАЦИЯ](#) [ФОРУМ](#)

<  Данные передвижной лаборатории контроля загрязнения атмосферного воздуха Просмотров: 45087 [Скачать](#)

[Таблица](#) [Карта](#) [Паспорт](#) [Описание](#) [Скачать](#) [? Не нашли объект?](#) [Фильтры](#)

#	Дата выезда	Описание местоположения к...	Результаты выезда
1	19.08.2020	10-я улица Соколиной Горы, дом 20	Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на жилой территории не превысило предельно допустимых максимальных разовых
2	03.12.2022	10-я улица Соколиной Горы, дом 20	Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на жилой территории не превысило предельно допустимых максимальных разовых
3	06.02.2020	10-я улица Соколиной Горы, дом 28	Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на жилой территории не превысило предельно допустимых максимальных разовых
4	25.07.2021	10-я улица Соколиной Горы, дом 6, корпус 1	Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на жилой территории не превысило предельно допустимых максимальных разовых

Рисунок 1.2.2 – Данные передвижной лаборатории контроля загрязнения атмосферного воздуха на портале открытых данных Правительства Москвы

В Омске мониторинг загрязнения атмосферного воздуха осуществляет центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС», который обеспечивает органы государственной власти, органы местного самоуправления и иных пользователей информацией о загрязнении окружающей среды [7].

В Уфе существует Центр мониторинга окружающей среды (ЦМС), ведущий системные долгосрочные наблюдения за состоянием объектов окружающей среды и в функции которого входит производство оценки и прогноза состояния окружающей среды и её загрязнения. В структуру уфимского ЦМС входят 3 подразделения, в число которых входит лаборатория мониторинга загрязнения атмосферы (ЛМЗА). ЛМЗА выполняет работы по отбору проб атмосферного воздуха на постах и проводит количественный химический анализ (КХА) проб атмосферного воздуха [8].

1.3 Организация мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге

Организация мониторинга загрязнения атмосферного воздуха осуществляется для осведомленности различных целевых групп о его качестве, а так же проведения оперативного контроля качества атмосферного воздуха по Санкт-Петербургу. Существующая единая государственная система мониторинга загрязнения атмосферного воздуха по Санкт-Петербургу включает в себя:

- 1) государственную сеть наблюдений, выполненную Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- 2) территориальную систему наблюдений от Комитета.

Государственная сеть наблюдений, проводящая мониторинг загрязнения атмосферного воздуха, выполняет наблюдения на стационарных постах, находящихся в различных районах Санкт-Петербурга. Деятельность на наблюдательных постах регламентируется Руководством по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89). На постах происходит отбор проб воздуха на предмет содержания в нем взвешенных веществ, таких как оксида углерода, диоксида серы, диоксида азота, сероводорода, формальдегида и др.

Помимо государственной сети наблюдений в Санкт-Петербурге сформирована автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха (АСМ-АВ), включающая в себя 25 станций, расположенных во всех 18 районах Санкт-Петербурга. Благодаря АСМ-АВ принимается информация о состоянии загрязнения атмосферного воздуха в городе. Функционирование станций производит Санкт-Петербургское государственное геологическое унитарное предприятие «Специализированная фирма «Минерал» [9].

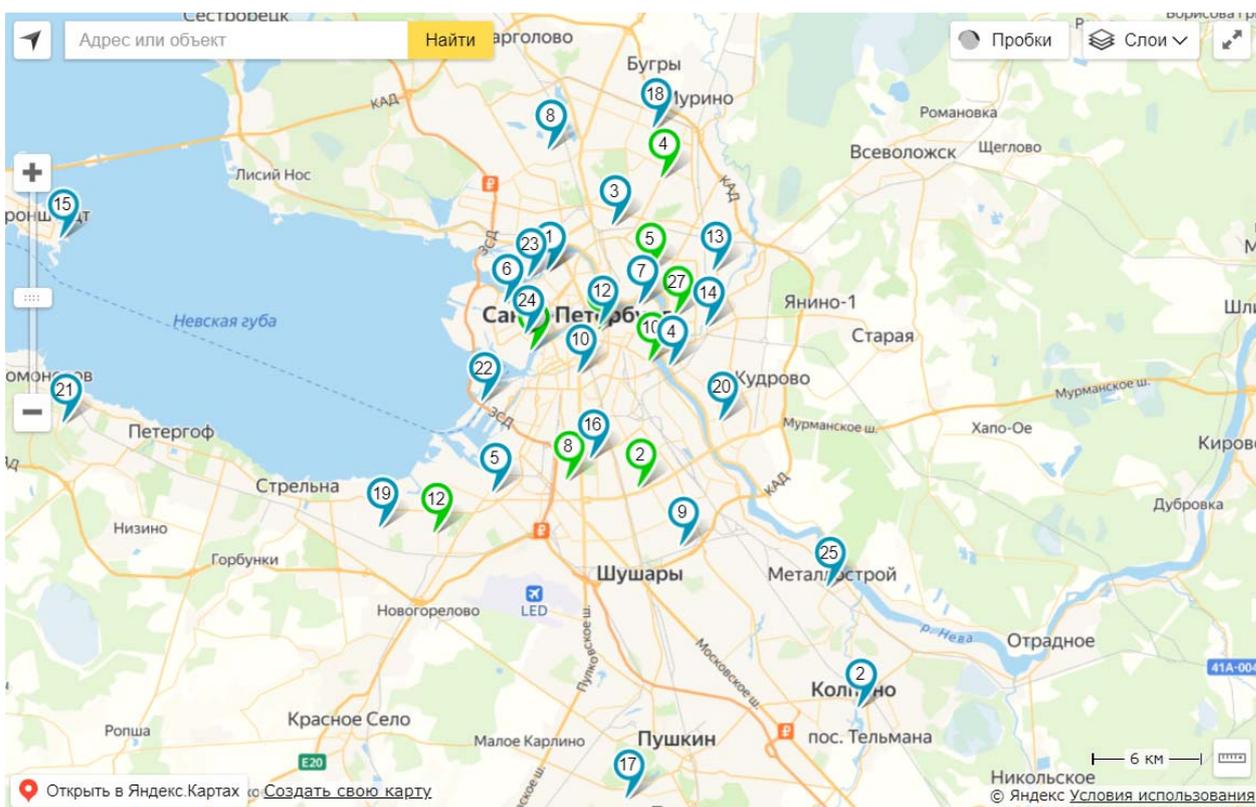


Рисунок 1.3.1 - Государственная сеть наблюдений и автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга

Синим цветом отмечены автоматические станции мониторинга загрязнения атмосферного воздуха Комитета, зеленым цветом - стационарные посты наблюдений за состоянием загрязнённости атмосферного воздуха (ПНЗ) ФГБУ «Северо-Западное УГМС»

Для выполнения оценки качества атмосферного воздуха полученные концентрации загрязняющих веществ сравнивают с предельно допустимыми концентрациями.

1.4 Нормативы содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

До 1 марта 2021 года действовало постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 22 декабря 2017 года №165 Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений». 1 марта 2021 года данное постановление утратило силу на основании постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 2. Вместо ГН 2.1.6.3492-17 были введены в действие санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Установленный срок действия СанПиН 1.2.3685-21 - до 01.03.2027 года.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 (716 компонентов загрязняющих веществ присутствуют в нем) «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». I. Гигиенические нормативы содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.

В таблице 1.4 приведены нормативы содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от автомобильного транспорта [10]:

Таблица 1.4 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений

Наименование вещества	Формула	Предельно допустимые концентрации, мг/м ³			Класс опасности
		Максимальная разовая	Среднесуточная	Среднегодовая	
Углерода оксид	CO	5	3	3	4
Азот монооксид	NO	0,4	-	0,06	3

2. Угарный газ как опасный для человека экологический фактор

2.1 Основные источники угарного газа в городской среде

Места, в которых существуют условия по неполному сжиганию веществ, содержащих углерод, являются источниками возникновения угарного газа в городе. Одним из источников загрязнения атмосферы угарным газом является промышленное производство, а именно металлургия. При процессах выплавки и переработки металлов (черных и цветных) выделяются газы, в состав которых входит окись углерода. Например, в состав газов расплавленного и застывающего чугуна входит до 3,4% угарного газа, в печах при выплавки алюминия обнаруживается 32,2% СО [11].

Так же при промышленном производстве некоторые газы содержат долю окиси углерода, а именно:

- 1) газы работающей вагранки содержат 13-15 % СО;
- 2) газ, выделяемый опоками, содержит до 18 % СО;
- 3) в доменном газе содержится до 30 % СО;
- 4) пороховые газы содержат до 50 % СО;
- 5) угольная пыль содержит от 0,1 до 3,9 % СО [12].

Некоторое количество СО образуется в результате деятельности нефтяной промышленности (при производстве формалина, например).

Отравлению угарным газом в городских условиях подвержены:

- 1) рабочие целлюлозно-бумажных комбинатов;
- 2) рабочие сталелитейных цехов;

3) лица-профессионалы, имеющие контакт с продуктами сгорания (спасатели, пожарные);

4) газо- и электросварщики, работающие в закрытых помещениях;

5) регулировщики дорожного движения.

Остальными источниками образования угарного газа являются:

1) газовые водонагреватели;

2) керосиновые печи;

3) бензиновые электрогенераторы;

4) бензопилы;

5) табачный дым;

6) лакокрасочные устройства.

Распространенным источником загрязнения атмосферы в городских условиях угарным газом служит автомобильный транспорт. От работающего двигателя внутреннего сгорания происходит загрязнение окружающей среды выхлопными газами. Отравления от данного источника загрязнения чаще всего возникают в пробках, на загруженных перекрестках, а так же на участках с недостаточным движением воздуха, например в тоннелях.

2.2 Физиологические особенности воздействия угарного газа на организм человека

Угарный газ является одной из причин отравления людей по всему миру. Способ поступления угарного газа в человеческий организм один – ингаляционным путем. Отравление угарным газом – чаще всего

встречающийся вид ингаляционных отравлений. Токсический эффект наблюдается при вдыхании воздуха с концентрацией CO 3×10^{-3} г/л в течение часа. После прекращения вдыхания угарного газа 60-70 % яда выделяется у человека в период часа.

Оксид углерода по характеру влияния на организм относится к веществам общетоксического действия. Оксид углерода является кровяным ядом и вызывает изменение пигмента крови – гемоглобина. Гемоглобин – красный железосодержащий пигмент крови человека, позвоночных и некоторых беспозвоночных животных. В организме гемоглобин выполняет транспортно-дыхательную и буферную функции [13]. В результате взаимодействия окиси углерода с гемоглобином образуется карбоксигемоглобин (HbCO), который быстро накапливается в крови, даже при незначительном содержании угарного газа во вдыхаемом воздухе. Карбоксигемоглобин не способен переносить кислород, поэтому образование HbCO нарушает транспорт кислорода к тканям в организме и, вследствие этого, увеличивается кислородное голодание организма. В результате попадания окиси углерода в организм человека и дальнейшего образования карбоксигемоглобина, происходит снижение концентрации кислорода в крови (гипоксемия), что негативно сказывается на функциональном состоянии миокарда, мозга, скелетной мускулатуры.

Угарный газ влияет на углеводный обмен, повышает уровень сахара в крови, в головном мозге, приводит к появлению сахара в моче. Уровень сахара в крови увеличивается с первых минут отравления, возрастает параллельно уровню гипоксемии [12].

Самыми чувствительными к гипоксии тканями являются нервная, миокардиальная и эмбриональная. К гипоксии наиболее чувствительны нейроны головного мозга, соответственно, при отравлении окисью углерода

происходит нарушение функционирования ЦНС. Так же могут возникать расстройства и со стороны сердечно-сосудистой системы.

У людей велики различия чувствительности к окиси углерода, которая зависит от следующих факторов:

- 1) от температуры окружающей среды;
- 2) от степени физической нагрузки в момент поступления яда;
- 3) от общего состояния организма.

Наиболее чувствительными к поражению организма окисью углерода являются новорожденные, дети, подростки, лица, страдающие бронхиальной астмой, пожилые люди, особенно с имеющимися заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Женщины наиболее устойчивы к воздействию СО, но при этом беременные женщины особенно чувствительны к этому воздействию. Острое отравление, завершившееся у матери, в 30-40% случаев может привести к гибели плода. В начале беременности гипоксия плода приводит к выкидышу, в поздние сроки – есть риски возникновения преждевременных родов или рождения ребенка с повреждением головного мозга (энцефалопатией).

В случае легкого отравления характерны головные боли, пульсация в височной области, головокружение, тошнота. В этом случае наблюдаются покраснение кожи, сухой кашель и боли в грудной клетке. При средней степени отравления окисью углерода помимо симптомов легкого отравления характерно усугубление тяжести оглушения. При тяжелом отравлении наблюдаются судороги нарушаются ритм дыхания и работы сердца [12].

Более подробно рассмотрены симптомы отравлений при различных уровнях концентрации оксида углерода в таблице 2.2.1 [11]:

Таблица 2.2.1 – Токсичные концентрации и симптомы при отравлении людей окисью углерода

Концентрация, мг/м ³	Период воздействия	Симптомы отравления
6	25 мин	Снижение цветовой и световой чувствительности глаз
31	3 ч	Снижение точности зрительного восприятия пространства и ночного зрения
50-60	2-5 ч	Снижение слуха
80-110	3,5-5 ч	Снижение скорости зрительного восприятия, ухудшение выполнения психологических тестов, координации мелких точных движений и аналитического мышления
220	2-3 ч	Легкая боль в области лба
230	6 ч	Боль в области лба, ощущение давления на лоб, расширяются кожные кровеносные сосуды, снижается физическая работоспособность

Таблица 2.2.1 (продолжение) – Токсичные концентрации и симптомы при отравлении людей окисью углерода

Концентрация, мг/м ³	Период воздействия	Симптомы отравления
230-340	5-6 ч	Головные боли, пульсация в височной области, головокружение
340	4 ч	Головные боли, пульсация в височной области, головокружение
440-460	1 ч	Боль в области лба, затылка
460-690	4-5 ч	Боль в области лба, затылка
800-1000	20-30 мин	Тошнота, рвота, сильная головная боль, головокружение, туман перед глазами
880	45 мин	Головная боль, головокружение, тошнота
800-1150	3-4 ч	Тошнота, рвота, сильная головная боль, головокружение, туман перед глазами
1350	30 мин – 1,5 ч	Сердцебиение, легкое пошатывание, возникновение одышки

Таблица 2.2.1 (продолжение) – Токсичные концентрации и симптомы при отравлении людей окисью углерода

Концентрация, мг/м ³	Период воздействия	Симптомы отравления
1260-1760	1,5-3 ч	Учащенное дыхание и пульс, кома, прерываемая судорогами
1760	20 мин	Головная боль, головокружение, тошнота
1800-2300	1-1,5 ч	Ослабление дыхания и деятельности сердца, возможно наступление смерти
2300-3400	30-45 мин	Ослабление дыхания и деятельности сердца, возможно наступление смерти
3520	5-10 мин	Головная боль, головокружение
3400-5700	20-30 мин	Слабый пульс, остановка дыхания, смерть
5700-11500	2-5 мин	Слабый пульс, остановка дыхания, смерть
7040	1-2 мин 10-15 мин	Головная боль, головокружение, потеря сознания, рвота

Таблица 2.2.1 (продолжение) – Токсичные концентрации и симптомы при отравлении людей окисью углерода

Концентрация, мг/м ³	Период воздействия	Симптомы отравления
14080	1-3 мин	Потеря сознания, рвота, смерть

2.3 Возможности предотвращения отравления и снижения тяжести последствий для здоровья

Для предотвращения отравления угарным газом необходимо использовать в работе только исправное оборудование, помещения должны быть хорошо вентилируемыми, водителям не следует работать в гаражах при работающем двигателе, это может привести к негативным последствиям.

Существуют следующие рекомендации по возможностям предотвращения отравления угарным газом:

- 1) не следует использовать газовые плиты для обогрева помещения;
- 2) не следует размещать фольгу вокруг горелок;
- 3) необходимо убедиться в том, что кухонное помещение хорошо проветривается, не следует блокировать вентиляционные отверстия;
- 4) следует использовать газовое оборудование только в хорошо проветриваемом помещении;
- 5) не следует сжигать уголь в замкнутом пространстве;
- 6) не следует спать с работающими газовыми приборами;
- 7) следует поддерживать в должном состоянии дымоходы [14].

В качестве неотложной терапии необходимо провести следующие действия. Человека, пострадавшего в результате отравления угарным газом, нужно ограничить от источника поступления СО и вынести в лежачем положении на свежий воздух, освободить от одежды, мешающей дыханию, привести пострадавшего в состояние покоя. Необходимо предостеречь больного от переохлаждения путем согревания грелками или горчичниками к ногам. Однако важно быть осторожным при применении грелок, поскольку при отравлении окисью углерода у пострадавших имеется склонность к ожогам [11].

Самым главным моментом при оказании помощи пострадавшему лицу является обеспечение ему раннего и длительного вдыхания кислорода, который будет вытеснять СО из его соединения с гемоглобином крови. Врачам необходимо произвести контроль за вентиляцией легких, ведь она испытывает удаление угарного газа из организма. На протяжении первых трех часов нужно обеспечить пострадавшего высокими концентрациями кислорода (75-80%), далее снизить концентрации до 40-50%. Гипербарическая оксигенация позволяет увеличить количество кислорода [15]. После сеанса гипербарической оксигенации состояние больных улучшается, артериальное давление крови снижается, сознание возвращается, стабилизируются пульс и частота дыхания, улучшаются показатели ЭКГ [16].

Для лечения более острого отравления окисью углерода в настоящее время применяется препарат ацизол, который повышает устойчивость клеток к гипоксии и уменьшает относительное сродство гемоглобина к оксиду углерода. Ацизол в течение часа снижает концентрацию образованного в результате отравления НbСО в два раза [15].

3. Натурные измерения концентрации угарного газа вдоль автомобильных трасс в Санкт-Петербурге

3.1 Обоснование выбора районов и пунктов исследования

В качестве районов для проведения натурных измерений концентрации угарного газа вдоль автомобильных трасс в Санкт-Петербурге были выбраны соседние районы - Московский и Фрунзенский, располагающиеся в южной части города. Оба района обладают большим количеством автомагистралей, которые в час пик являются загруженными.

Московский район расположен на юго-западе города, занимает площадь 7107 га, население района – 252,4 тыс. жителей [17]. В Московском районе расположен аэропорт Пулково и, как следствие, большое количество автотранспорта концентрируется на улицах района, ведущих к аэропорту (это Пулковское шоссе, Московский проспект, Дунайский проспект, Московское шоссе). В данном районе проходят две крупнейшие автотрассы северозападной части России: Московское и Киевское шоссе. В западной части района проходит ЗСД (Западный скоростной диаметр), соединяется Благодатной улицей, в южной части – КАД (Кольцевая автомобильная дорога). Данные магистрали так же являются источниками выброса от автотранспорта вредных загрязняющих атмосферу веществ. На момент проведения исследования на территории района проводились ремонтные работы по замене дорожного покрытия (южная часть Московского проспекта – от станции метро Парк Победы вплоть до Пулковского шоссе), в связи с этим количество полос на автомагистралях уменьшилось, как итог, скопление автомобилей стало выше. Стоит отметить, что ведутся мероприятия по постройке моста на пересечении Дунайского проспекта и

Московского шоссе, это привело к сужению Дунайского проспекта до одной полосы и к образованию пробок на этом участке.

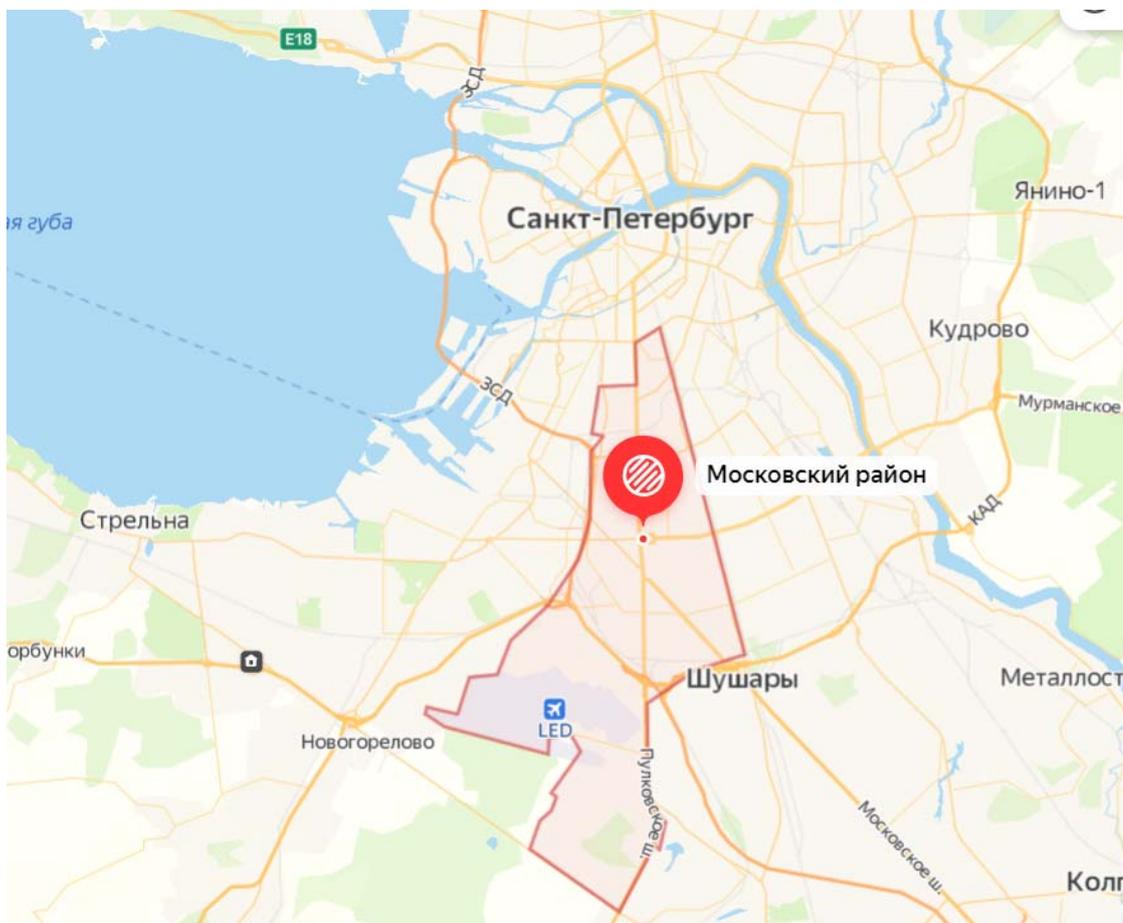


Рисунок 3.1.1 – Границы расположения Московского района города Санкт-Петербурга

Фрунзенский район является одним из крупнейших районов города по численности населения (405,7 тыс. человек, что составляет приблизительно 8% от общей численности населения города) [18]. На территории района сосредоточено много загруженных автомагистралей, на которых происходит загрязнение атмосферного воздуха. К ним относят проспект Славы, Бухарестскую улицу, Дунайский проспект, Софийскую улицу. Бухарестская

улица является одной из самых длинных улиц города и связывает северную и южную части Фрунзенского района. Два проспекта – Дунайский и Славы, являются связующими звеньями между районами. Дунайский проспект связывает Московский и Фрунзенский районы, а проспект Славы соединяет Московский и Невский районы. Софийская улица – самая длинная улица Санкт-Петербурга соединяет Фрунзенский район с Колпинским, имеет выезд к Кольцевой автомобильной дороге, поэтому огромное скопление транспорта наблюдается на этом участке, особенно в утреннее и вечернее время.

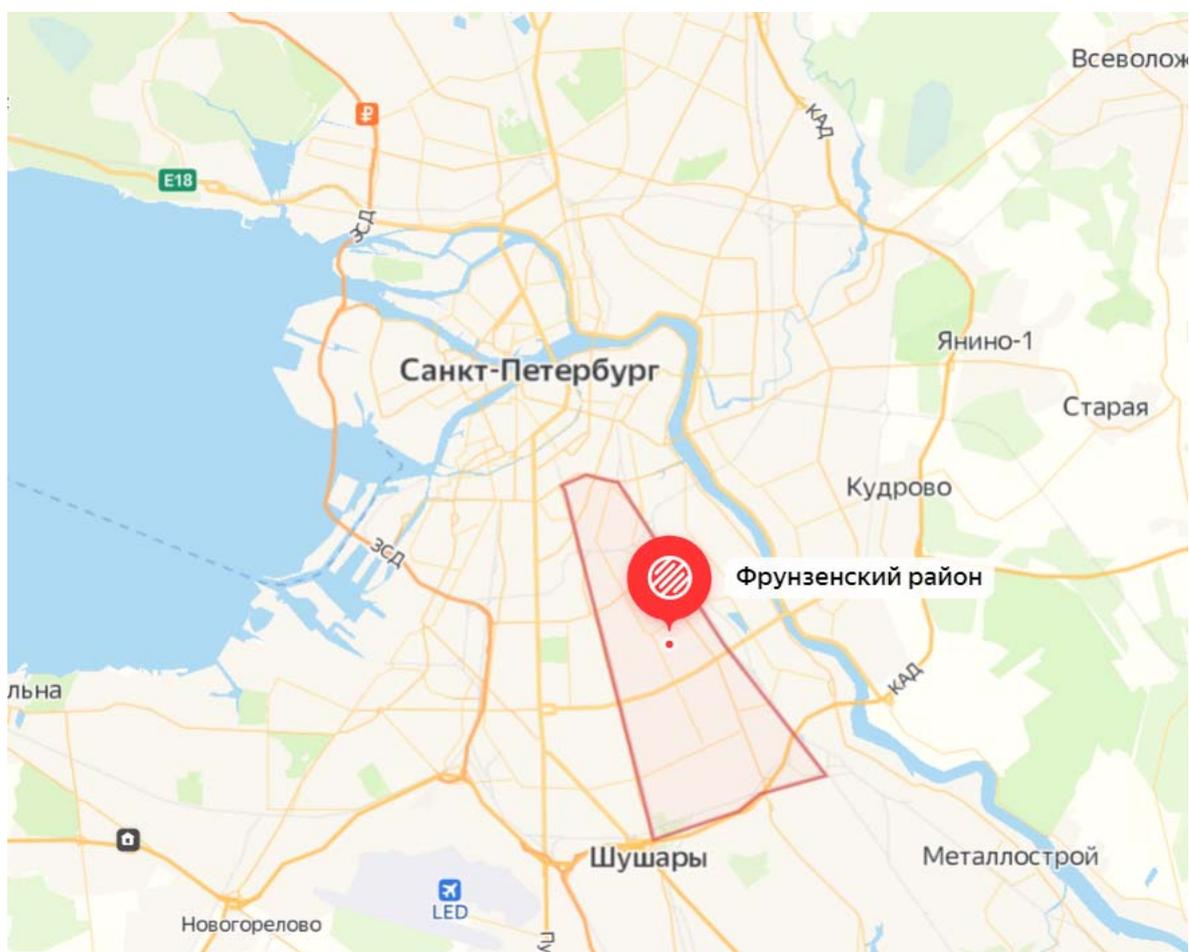


Рисунок 3.1.2 – Границы расположения Фрунзенского района города Санкт-Петербурга

Большинство выбранных пунктов исследования в Московском районе приходится на Московский и Дунайский проспекты, некоторые пункты

находятся на Благодатной улице, в связи с плотным движением на ней на момент проведения исследования.

Пункты исследования Фрунзенского района расположены на Бухарестской улице и на проспекте Славы, так как данные магистрали являются самыми загруженными в районе. Для измерения концентраций оксида углерода был еще выбран Дунайский проспект, поскольку он расположен сразу в обоих районах исследования.

3.2 Методика исследования и используемое оборудование

Для проведения анализа загрязнения атмосферы автомобильным транспортом определяют концентрации основных компонентов выхлопных газов, к которым относятся оксид углерода, оксиды азота, соединения свинца, озон, формальдегиды. Количество поступающих в атмосферу загрязняющих веществ зависит от:

- 1) парка автомобилей (их качество и количество);
- 2) организации транспортного движения в населенном пункте;
- 3) планировочной сети населенного пункта.

На сегодня регламентируют содержание оксида углерода несколько ГОСТов и ОСТов. Например, действует ОСТ 37.001.054–74, определяющий предельно допустимый выброс двигателем автотранспорта оксида углерода. В этом ОСТе указываются нормы выброса легковых автомобилей, массой до 3500 кг, и ужесточенные нормы выброса по годам. Помимо этого ОСТа действует ГОСТ Р 56162-2019, в котором прописаны методы расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух автомобильными средствами.

Обязательными мероприятиями по контролю загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами автотранспорта являются:

- 1) проверка организации работ по уменьшению вредного воздействия автомобилей на автомобильных предприятиях;
- 2) проверка наличия приборов для контроля загрязнения;
- 3) проверка по содержанию оксида углерода в отработавших газах машин.

Максимальные значения концентрации оксида углерода от выбросов выхлопных газов автомобиля находятся непосредственно на транспортной магистрали, при удалении от обочины – значения концентрации резко понижаются. Для определения особенностей загрязнения воздуха проводятся наблюдения, по итогам которых выявляются:

- 1) максимальные значения концентраций примесей, которые выбрасываются автомобилями в пределах автомагистралей.
- 2) характеристика распределения примесей в зависимости от их удаления от автомагистралей.
- 3) особенности распределения примесей в жилых кварталах, находящихся в непосредственной близости от автомагистралей;
- 4) особенности движения транспорта по автомагистралям.

Замеры производятся в рабочие дни в период с 6:00 до 13:00 или с 14:00 до 21:00. Пункты наблюдения располагаются на улицах населенного пункта с интенсивным движением в местах с большим потоком машин, регулярными пробками, на перекрестках, где часто тормозит автотранспорт и в связи с этим выбрасывается наибольшее число примесей. Помимо этого, примеси скапливаются из-за слабого рассеяния, поэтому пункты наблюдения могут находиться под мостами и в туннелях. Контрольно-измерительные

приборы располагают на тротуаре посередине разделительной полосы или за тротуаром на установленном расстоянии (половина ширины проезжей части при одностороннем движении).

Число проезжающих автомобильных средств определяет интенсивность движения, его подсчет производится в течение 20 минут каждого часа. Средняя скорость движения автотранспорта высчитывается по показателям спидометра машины, которая движется в потоке других средств, на участке до километра данной автомагистрали. В результате наблюдений в каждой из точек наблюдения вычисляют средние значения интенсивности перемещения транспортного средства по магистрали.

Измерения выбросов угарного газа в отработавших газах автомобилей производятся при помощи газоанализаторов [19].

При исследовании концентраций угарного газа вдоль автомобильных трасс в городских условиях в Московском и Фрунзенском районах использовался газоанализатор «Smart Sensor AS8700A».



Рисунок 3.2.1 - Измеритель угарного газа «Smart Sensor AS8700A»

В устройстве находится детектор угарного газа, который измеряет его количество среди количества взвешенных частиц на единицу объема воздуха. В качестве газового датчика работает сложный электрохимический преобразователь. Прибор измеряет концентрацию угарного газа в диапазоне 1~1000 ppm, размер прибора 135 x 47 x 25 мм, вес 75 г [20].

Ppm (англ. Parts per million), или миллионная доля - единица измерения концентрации и других относительных величин, аналогична по смыслу проценту, представляющая собой одну миллионную долю [21].

3.3 Результаты измерений концентрации угарного газа в Московском районе Санкт-Петербурга

Измерения концентрации угарного газа вдоль автомобильных трасс в Московском районе проводились в 14 пунктах наблюдения 24 мая 2023 года при температуре воздуха 21-23°C и скорости ветра 1-2 м/с. Измерения проводились дважды: в утренний (9:00-13:00) и вечерний (16:00-19:00) периоды. Схема пунктов наблюдения изображена на рисунках 3.3.1 и 3.3.2:

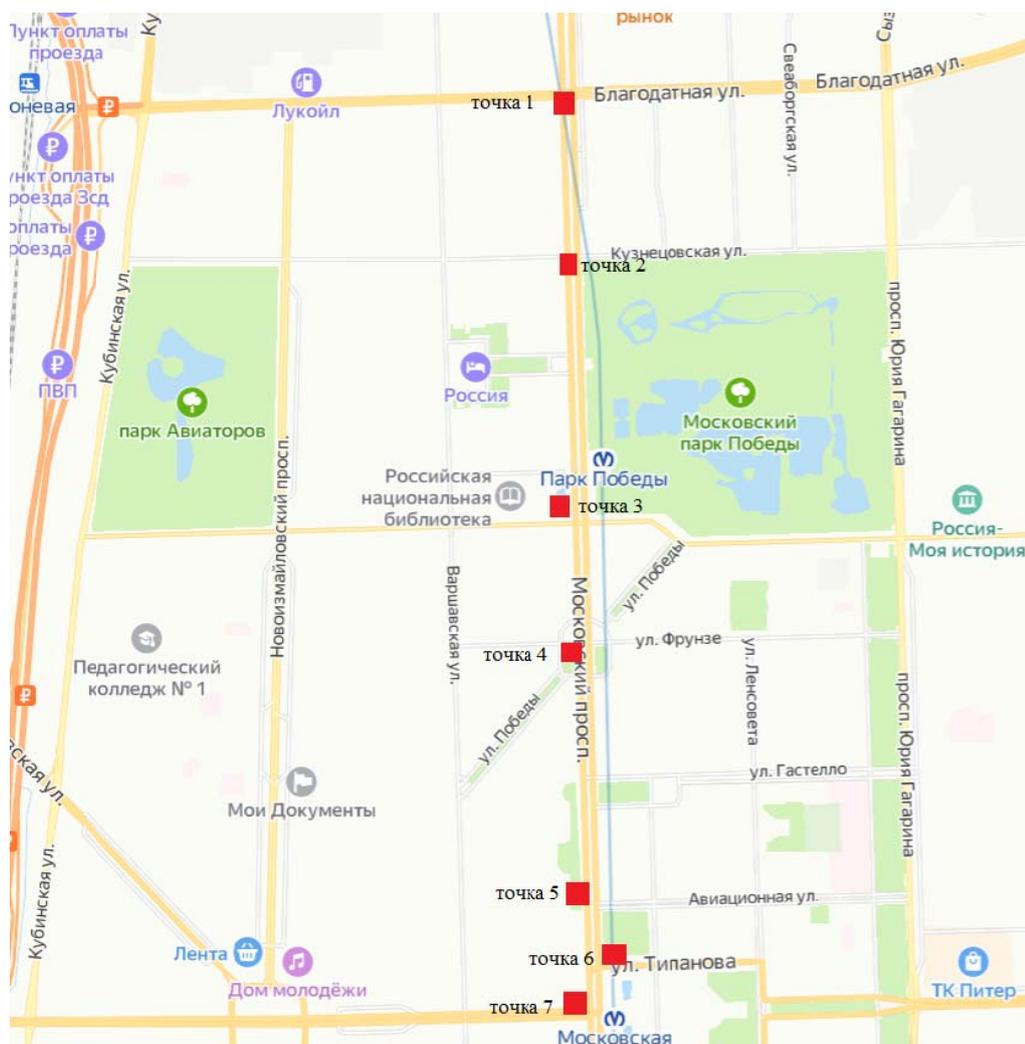


Рисунок 3.3.1 – Пункты в Московском районе для проведения измерений концентраций оксида углерода вдоль автомобильных трасс (точки 1-7)

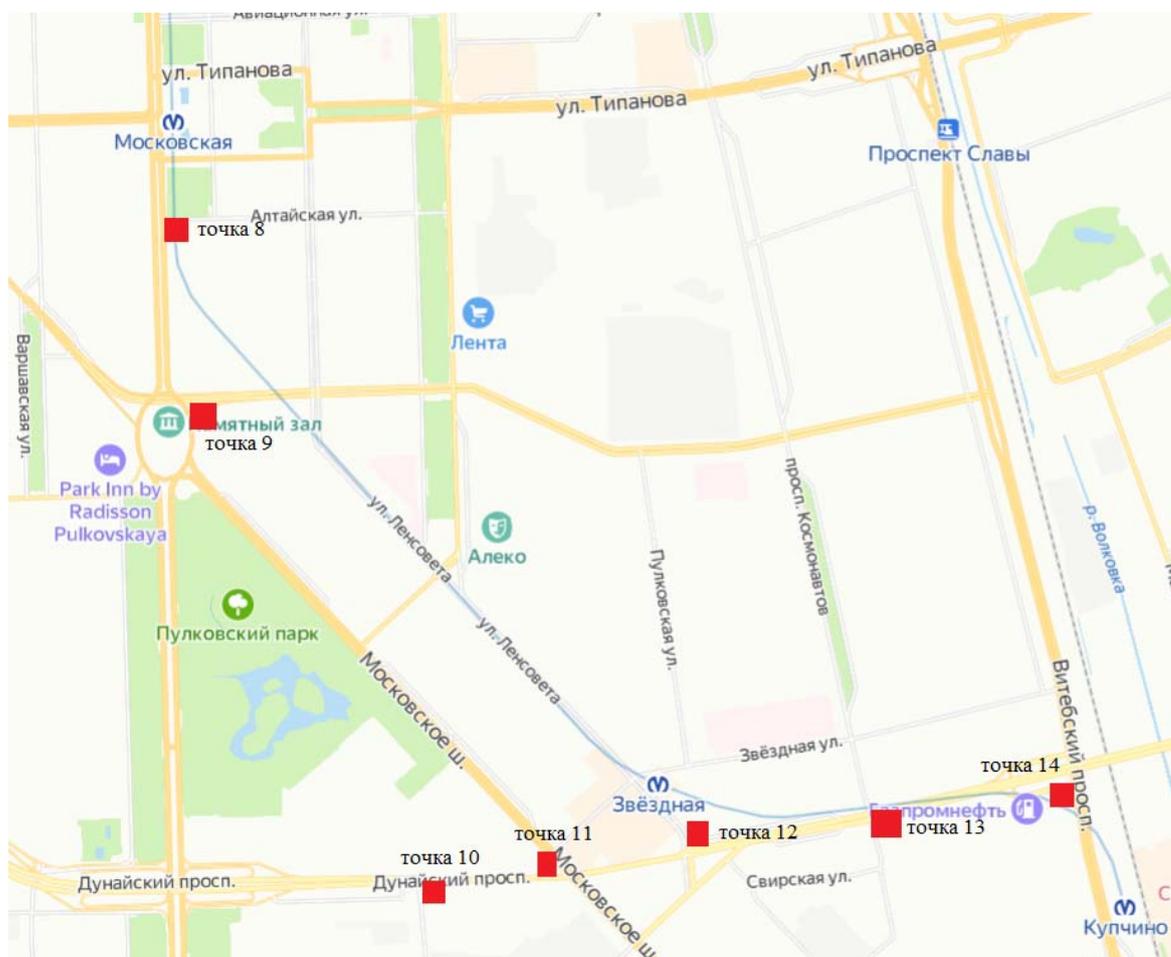


Рисунок 3.3.2 – Пункты в Московском районе для проведения измерений концентраций оксида углерода вдоль автомобильных трасс (точки 8-14)

В таблице 3.3.1 представлено территориальное описание пунктов наблюдения Московского района:

Таблица 3.3.1 – Описание пунктов наблюдения Московского района

№ поста	Описание участка
1	Пересечение Московского проспекта и Благодатной улицы
2	Пересечение Московского проспекта и Кузнецовской улицы
3	Пересечение Московского проспекта и Бассейной улицы
4	Пересечение Московского проспекта и улицы Фрунзе

Таблица 3.3.1 (продолжение) – Описание пунктов наблюдения Московского района

№ поста	Описание участка
5	Пересечение Московского проспекта и Авиационной улицы
6	Пересечение Московского проспекта и улицы Типанова
7	Пересечение Московского проспекта и Ленинского проспекта
8	Пересечение Московского проспекта и Алтайской улицы
9	Пересечение Московского проспекта и улицы Орджоникидзе
10	Пересечение Дунайского проспекта и Среднерогатской улицы
11	Пересечение Дунайского проспекта и Московского шоссе
12	Пересечение Дунайского проспекта и улицы Ленсовета
13	Пересечение Дунайского проспекта и проспекта Космонавтов
14	Пересечение Дунайского проспекта и Витебского проспекта

В таблице 3.3.2 представлены данные по измерению концентрации угарного газа вдоль автомобильных трасс в Московском районе:

Таблица 3.3.2 – Результаты измерений концентраций угарного газа в Московском районе

№ поста	Автомагистраль	Измеренная концентрация СО в период 9:00-13:00, мг/м ³		Измеренная концентрация СО в период 16:00-19:00, мг/м ³	
		min	max	Min	max
1	Московский проспект	10,46	24,40	5,81	20,92
2		8,13	15,11	10,46	16,27
3		8,13	36,02	6,97	12,78
4		9,30	13,94	10,46	13,94
5		5,81	9,30	5,81	10,46
6		6,97	12,78	8,13	24,40
7		5,81	11,62	5,81	15,11
8		6,97	13,94	6,97	15,11
9		5,81	11,62	8,13	11,62
10	Дунайский проспект	6,97	12,78	6,97	13,94
11		5,81	15,11	5,81	12,78
12		5,81	11,62	5,81	10,46
13		5,81	12,78	6,97	16,27
14		5,81	16,27	8,13	22,08

3.4 Результаты измерений концентрации угарного газа во Фрунзенском районе Санкт-Петербурга

Измерения концентрации угарного газа вдоль автомобильных трасс во Фрунзенском районе проводились в 12 пунктах наблюдения 26 мая 2023 года

при температуре воздуха 14-17°C и скорости ветра 1-4 м/с. Измерения проводились дважды: в утренний (9:00-13:00) и вечерний (16:00-19:00) периоды. Схема пунктов наблюдения изображена на рисунках 3.4.1 и 3.4.2:

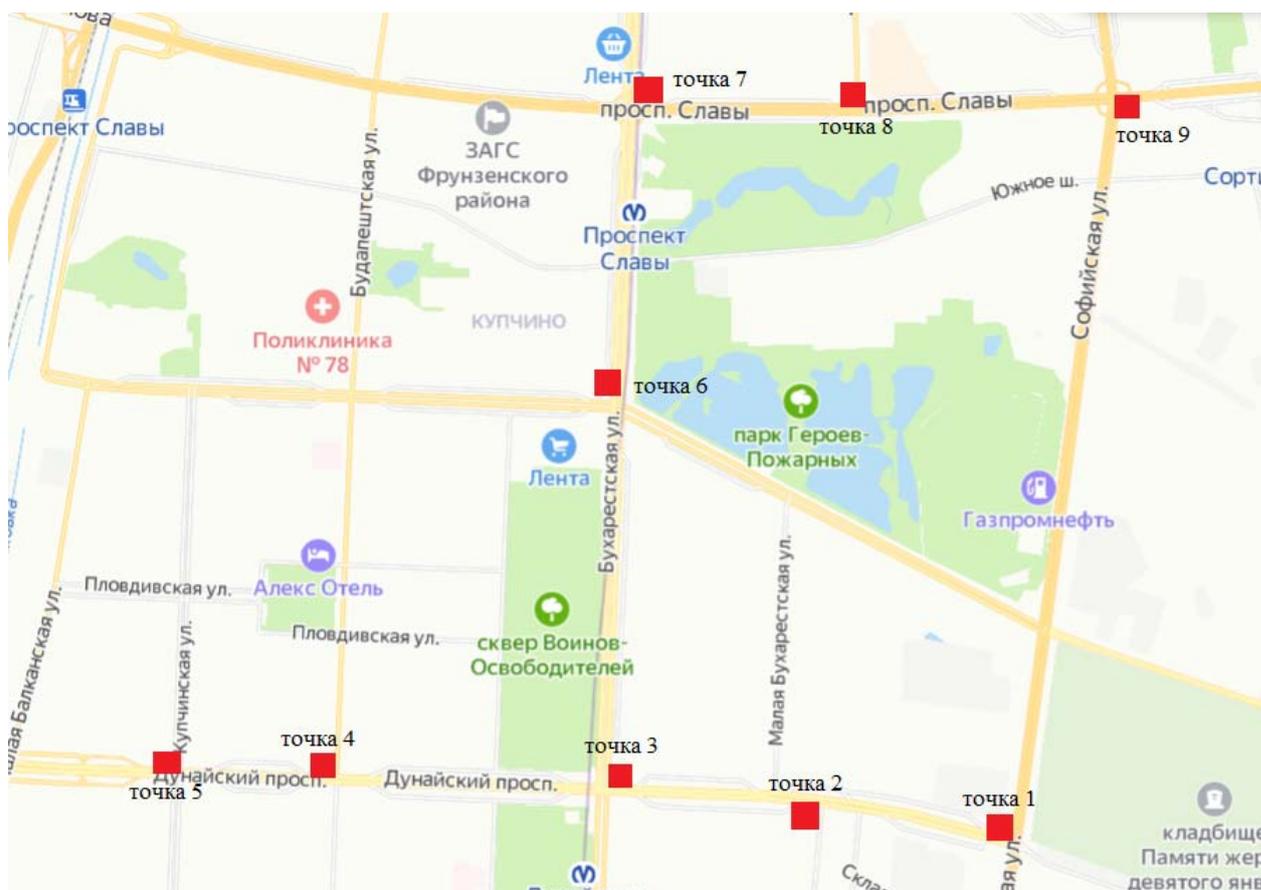


Рисунок 3.4.1 – Пункты во Фрунзенском районе для проведения измерений концентраций оксида углерода вдоль автомобильных трасс (точки 1-9)

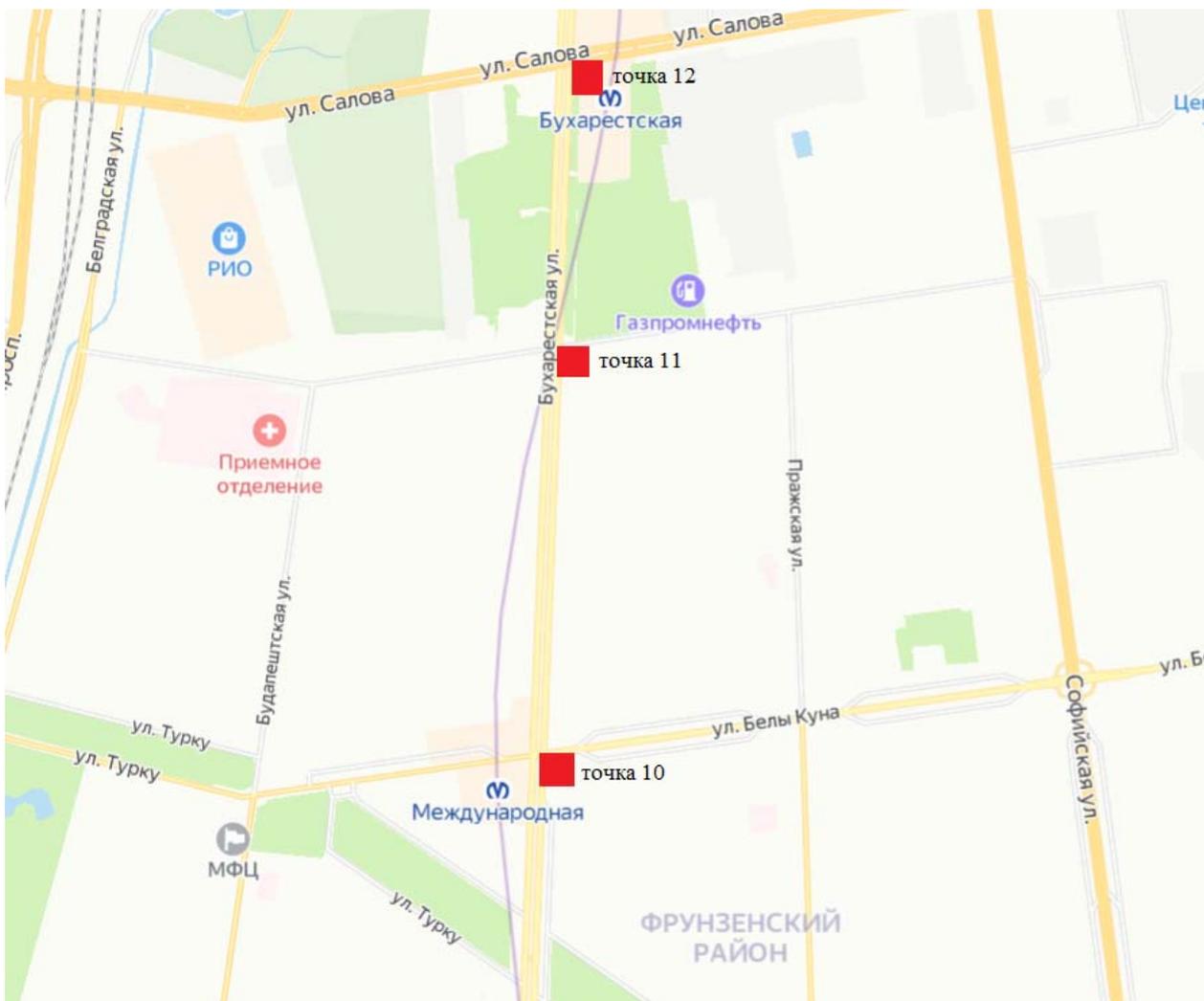


Рисунок 3.4.2 – Пункты во Фрунзенском районе для проведения измерений концентраций оксида углерода вдоль автомобильных трасс (точки 10-12)

В таблице 3.4.1 представлено территориальное описание пунктов наблюдения Фрунзенского района:

Таблица 3.4.1 - Описание пунктов наблюдения Фрунзенского района

№ поста	Описание участка
1	Пересечение Дунайского проспекта и Софийской улицы
2	Пересечение Дунайского проспекта и Малой Карпатской улицы

Таблица 3.4.1 (продолжение) - Описание пунктов наблюдения Фрунзенского района

№ поста	Описание участка
3	Пересечение Дунайского проспекта и Бухарестской улицы
4	Пересечение Дунайского проспекта и Будапештской улицы
5	Пересечение Дунайского проспекта и Купчинской улицы
6	Пересечение Бухарестской улицы и улицы Димитрова
7	Пересечение Бухарестской улицы и проспекта Славы
8	Пересечение Бухарестской улицы и улицы Белы Куна
9	Пересечение Бухарестской улицы и улицы Фучика
10	Пересечение Бухарестской улицы и улицы Салова
11	Пересечение проспекта Славы и Пражской улицы
12	Пересечение проспекта Славы и Софийской улицы

В таблице 3.4.2 представлены данные по измерению концентрации угарного газа вдоль автомобильных трасс в Московском районе:

Таблица 3.4.2 – Результаты измерений концентраций угарного газа во Фрунзенском районе

№ поста	Автомагистраль	Измеренная концентрация СО в период 9:00-13:00, мг/м ³		Измеренная концентрация СО в период 16:00-19:00, мг/м ³	
		min	max	min	max
1	Дунайский проспект	8,13	17,43	8,13	20,92
2		5,81	10,46	5,81	13,94
3		9,30	39,51	5,81	12,78
4		6,97	15,11	6,97	24,40
5		6,97	9,30	9,30	18,59
6	Бухарестская улица	6,97	10,46	5,81	9,30
7		6,97	12,78	6,97	12,78
8		5,81	8,13	8,13	27,89
9		8,13	20,92	5,81	10,46
10		6,97	11,62	6,97	11,62
11	Проспект Славы	5,81	9,30	8,13	23,24
12		10,46	37,18	5,81	30,21

3.5 Анализ полученных результатов натуральных измерений

Анализ полученных результатов по Московскому району:

Согласно результатам измерений наибольшая концентрация угарного газа наблюдалась на участке №3 (на пересечении Московского проспекта и Бассейной улицы) в утренний период наблюдения и составила 36,02 мг/м³. Этот участок был характерен сужением Московского проспекта до одной

полосы в связи с ремонтными работами, в результате этого образовалось большое скопление машин, в том числе и общественного транспорта.

На втором и третьем месте по величине концентрации угарного газа ($24,40 \text{ мг/м}^3$) находятся пункты №1 (пересечение Московского проспекта и Благодатной улицы) и №6 (пересечение Московского проспекта и улицы Типанова). На пункте №1 было образовано плотное движение автотранспорта, в связи с близким расположением ЗСД, к которому ведет Благодатная улица. На пункте №6 на улице Типанова расположена автобусная остановка у станции метро Московская, поэтому на данном участке было большое скопление транспорта, что позволило зафиксировать высокие концентрации, превышающие практически в 5 раз значения максимально разовой ПДК оксида углерода, равные 5 мг/м^3 .

Наименьшие концентрации угарного газа из всех полученных максимальных значений в утреннее время были установлены в пункте №5 (пересечение Московского проспекта и Авиационной улицы), значение концентрации СО составило $9,30 \text{ мг/м}^3$. В вечернее время – в пунктах №5 (пересечение Московского проспекта и Авиационной улицы) и №12 (пересечение Дунайского проспекта и улицы Ленсовета), значения СО составило $10,46 \text{ мг/м}^3$.

Анализ полученных результатов по Фрунзенскому району:

По итогам измерений было установлено, что максимальное значение концентрации оксида углерода было зафиксировано на пункте №3 (пересечение Дунайского проспекта и Бухарестской улицы) в утренний период наблюдений и составило $39,51 \text{ мг/м}^3$. На участке был обнаружен огромный поток транспорта со всех сторон перекрестка, как итог, было получено значение концентрации оксида углерода почти превышающее значение максимально разовой ПДК (5 мг/м^3) почти в 8 раз.

В вечерний период наблюдений наибольшая концентрация угарного газа наблюдалась в 12 пункте (пересечение проспекта Славы и Софийской улицы), значение концентрации составило 30,21 мг/м³. Данный перекресток является пересечением двух транспортных магистралей: проспект Славы связывает Фрунзенский район с Невским, загруженный трафик на Софийской улице объясняется выездом к Кольцевой автомобильной дороге.

В утреннее время наименьшая концентрация СО из всех возможных максимальных значений была зафиксирована в пункте №8 (пересечение Бухарестской улицы и улицы Белы Куна), ее значение составило 8,13 мг/м³, в вечернее время – в пункте №6 (пересечение Бухарестской улицы и улицы Димитрова), значение концентрации СО составило 9,30 мг/м³.

Анализ полученных результатов по Дунайскому проспекту, который находится в обоих районах наблюдения:

Для сравнения двух районов были высчитаны средние показатели максимальных концентраций СО на Дунайском проспекте. В утреннее время средняя концентрация угарного газа во Фрунзенском районе оказалась выше, чем в Московском (18,36 мг/м³ > 13,71 мг/м³), в вечернее время во Фрунзенском районе средняя концентрация СО тоже оказалась выше (18,13 мг/м³ > 15,11 мг/м³).

Максимальная концентрация СО на Дунайском проспекте была зафиксирована на пункте наблюдения №3 Фрунзенского района (пересечение Дунайского проспекта и Бухарестской улицы), значение концентрации СО составило 39,51 мг/м³.

4. Практические рекомендации по снижению концентрации угарного газа вдоль автомобильных трасс в Санкт-Петербурге

Существует несколько причин, по которым происходит загрязнение атмосферного воздуха угарным газом вдоль автомобильных трасс в Санкт-Петербурге. Важно понимать, что большое количество транспорта не всегда является итогом сильного атмосферного загрязнения, ведь в крупных западных мировых мегаполисах автомобильный транспорт используется больше чем в России, при этом загрязнение атмосферы меньше [22].

Важной причиной загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом кроется в составе автомобильного парка. В нашей стране очень часто используются устаревшие машины, проблема которых заключается в содержании повышенной концентрации загрязняющих веществ (в том числе и угарного газа), поэтому выбросы автомобилей токсичны. Повышенное загрязнение атмосферы может происходить из-за качества автомобильного топлива. От его качества зависит состав химических выбросов. Качество городских дорог так же влияет на атмосферное загрязнение. В результате городских пробок происходит частая остановка транспорта, которая ведет к формированию большого числа выхлопных газов.

В связи с возникновением этих причин загрязнения атмосферного воздуха автотранспорта, разработаны следующие практические рекомендации по его снижению.

Постройка новых транспортных магистралей. В 2011 году было закончено строительство Кольцевой автомобильной дороги, что позволило перераспределить и снизить транспортные потоки в городской черте. Чуть позже был открыт Западный скоростной диаметр, который является платной автомагистралью, его открытие так же позволило уменьшить число пробок в

городе, и, как следствие, снизить загрязнение атмосферного воздуха угарным газом.

Для снижения загрязнения рекомендуется произвести переход на использование альтернативных видов топлива. В Санкт-Петербурге присутствуют предпосылки для реализации этой идеи. В 2022 году в Санкт-Петербурге произошло совещание с председателем совета директоров ПАО «Газпром» Виктором Зубковым, на котором обсуждалось расширение использования альтернативных видов топлива. Россия обладает крупными запасами природного газа, поэтому было рекомендовано использовать метан в качестве моторного топлива. В Санкт-Петербурге с 2014 года реализуется Программа внедрения газомоторного топлива в автотранспортном комплексе. Благодаря этой Программе развивается газозаправочная инфраструктура нашего города, потому что предоставляются субсидии на строительство объектов данной инфраструктуры. На сегодняшний день на территории Санкт-Петербурга действуют 18 заправок транспортных средств природным газом. В результате развития использования газомоторного топлива происходит снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, в том числе и угарного газа [23].

Еще одним важным мероприятием по снижению загрязнения атмосферы угарным газом является оснащение выхлопных труб автомобиля нейтрализаторами. Нейтрализатор состоит из керамического материала, покрытого тонким слоем катализатора и обладает свойством, согласно которому при температуре поверхности катализатора свыше 250-300 °С содержащаяся в отработавших газах концентрация угарного газа снижается во много раз [24].

Необходимыми мероприятиями по снижению концентрации угарного газа вдоль автомобильных трасс являются мероприятия по озеленению города, а именно создания зеленых насаждений вдоль дорог. Установлено,

что угарный газ активно усваивается кленом, елью, ольхой, осиной. Например, однорядная посадка клена (при ширине полосы 4 м) снижает уровень загрязнения атмосферного воздуха угарным газом на 7–10 %, а при пятирядной посадке клена (и ширине полосы 30 м) снижение уровня загрязнения атмосферы угарным газом составляет 60–70 % [25]. В Московском и Фрунзенских районах ведутся работы по этому направлению. В 2022 году были произведены массовые посадки липы, клена и ели вдоль дороги к аэропорту (Московский проспект и Пулковское шоссе) [26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рост численности населения городов увеличивается с каждым днем, вследствие этого увеличивается и число используемых автомобильных средств передвижения, поэтому наблюдается тенденция по возрастанию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. К числу загрязняющих веществ относится и угарный газ, негативное влияние которого на здоровье человека было изучено в данной работе. Было выяснено, что пагубное воздействие оказывает образованный в результате реакции окиси углерода и гемоглобина – карбоксигемоглобин, снижающий концентрацию кислорода в крови.

Результатами натурных измерений в Московском районе являются следующие выводы:

- наибольшая концентрация угарного газа наблюдалась на участке №3 (на пересечении Московского проспекта и Бассейной улицы) в утренний период наблюдения и составила 36,02 мг/м³.

- на втором и третьем месте по величине концентрации угарного газа (24,40 мг/м³) находятся пункты №1 (пересечение Московского проспекта и Благодатной улицы) и №6 (пересечение Московского проспекта и улицы Типанова). Полученные концентрации превышают практически в 5 раз значения максимально разовой ПДК оксида углерода, равные 5 мг/м³.

Результаты анализа натурных измерений по Фрунзенскому району:

- максимальное значение концентрации оксида углерода было зафиксировано на пункте №3 (пересечение Дунайского проспекта и Бухарестской улицы) в утренний период наблюдений и составило 39,51 мг/м³. Полученное значение концентрации оксида углерода почти превысило значение максимально разовой ПДК (5 мг/м³) в 8 раз.

- наибольшая концентрация угарного газа в вечерний период наблюдений наблюдалась в пункте №12 (пересечение проспекта Славы и Софийской улицы), значение концентрации составило 30,21 мг/м³.

- наименьшая концентрация СО в утреннее время была зафиксирована в пункте №8 (пересечение Бухарестской улицы и улицы Белы Куна), ее значение составило 8,13 мг/м³.

- наименьшая концентрация СО в вечернее время была зафиксирована в пункте №6 (пересечение Бухарестской улицы и улицы Димитрова), значение концентрации СО составило 9,30 мг/м³.

К числу необходимых практических рекомендаций по снижению концентрации угарного газа вдоль автомобильных дорог были отнесены следующие мероприятия:

- 1) постройка новых транспортных магистралей;
- 2) переход на альтернативные источники топлива – использование метана в качестве моторного топлива;
- 3) оснащение выхлопных труб автомобиля нейтрализаторами;
- 4) мероприятия по озеленению города вдоль автомобильных трасс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровлев А.Э., Лисецкий Ф.Н., Чепелев О.А. Развитие системы управления качеством атмосферного воздуха для города Белгорода // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – №6. – С. 922-929.
2. Автостат «В России на 1000 жителей приходится 318 легковых автомобилей» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.autostat.ru/news/51098/>. (Дата обращения: 20.04.2023).
3. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2008 год. СПб.: Астерион, 2009 г.
4. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) «Основные показатели охраны окружающей среды» [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_bul_2021.pdf. (Дата обращения: 20.04.2023).
5. Мосэкомониторинг «Качество воздуха города Москвы» [Электронный ресурс]. – URL: <https://mosecom.mos.ru/air-quality/>. (Дата обращения: 19.05.2023).
6. Портал открытых данных Правительства России «Данные передвижной лаборатории контроля загрязнения атмосферного воздуха» [Электронный ресурс]. – URL: <https://data.mos.ru/opendata/2457>. (Дата обращения: 19.05.2023).
7. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» «Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.omsk-meteo.ru/index.php/ru/ob-organizatsii/struktura-uchrezhdeniya?id=577>. (Дата обращения: 19.05.2023).

8. Федеральное государственное бюджетное учреждение Башкирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды «Мониторинг ЦМС» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.meteorb.ru/monitoring>. (Дата обращения: 19.05.2023).

9. Экологический портал Санкт-Петербурга «Характеристика уровня загрязнения атмосферного воздуха по данным государственной сети наблюдений и автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=53>. (Дата обращения: 02.05.2023)

10. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".

11. Окись углерода (угарный газ) / Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей /Под ред. Н.В. Лазарева, И.Д. Гадаскиной. — 7-е изд. — Ленинград: Химия, 1977. — Т. 3. — С. 240-253. — 608 с.

12. Отравление монооксидом углерода (угарным газом) / Под редакцией председателя Иркутского отделения МБО «Ассоциация клинических токсикологов», кандидата медицинских наук, доцента Иркутского государственного медицинского университета Ю. В. Зобнина. - СанктПетербург, 2011. – 86 с.

13. Биохимия человека / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл. Т. 1. – М.: Мир, 1993. – С. 52–62.

14. Муниципальное казённое учреждение «Управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям города Чебоксары» «Профилактика отравления угарным газом» [Электронный ресурс]. – URL:

https://gov.cap.ru/info.aspx?gov_id=882&id=4490296. (Дата обращения: 18.05.2023).

15. Леженина Н.Ф., Косоногов Л.Д., Лужников Е.А. Гипербарическая оксигенация и экстракорпоральная детоксикация в комплексном лечении энцефалопатии при острых отравлениях окисью углерода // Неотложная клиническая токсикология: руководство для врачей / Под ред. Е.А. Лужникова. — М.: Медпрактика-М, 2007. — С. 562-567

16. Е.А. Лужников. Клиническая токсикология: Учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 1994. — 256 с.

17. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга «Экологическая обстановка в Московском районе Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.infoeco.ru/assets/files/godeco/moskovsky.pdf>. (Дата обращения: 21.05.2023).

18. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга «Экологическая обстановка во Фрунзенском районе Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.infoeco.ru/assets/files/godeco/frunzensky.pdf>. (Дата обращения: 21.05.2023).

19. Батракова Г.М., Вайсман Я.И., Рудакова Л.В. Экологический мониторинг: учебно-метод. пособие. — Пермь: Издательство Пермского государственного технического университета, 2007. — 218 с.

20. Smart Sensor «Измеритель угарного газа AS8700A» [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.smartsensor.su/as8700a.html>. (Дата обращения: 22.05.2023).

21. Neftegaz.ru «Ppm» [Электронный ресурс]. – URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/normativno-spravochnaya-informatsiya/148044-ppm/>. (Дата обращения: 22.05.2023).

22. А.П. Константинов. Экология и здоровье: опасности мифические и реальные // Экология и жизнь № 8, 2012 г., с. 90 — 91.

23. Администрация Санкт-Петербурга «Петербург развивает рынок газомоторного топлива» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.spb.ru/gov/admin/dregval-sg/news/254616/>. (Дата обращения: 29.05.2023).

24. Портал медицинских лекций «Способы уменьшения загрязнения окружающей среды токсичными компонентами отработавших газов автомобилей» [Электронный ресурс]. – URL: <https://medlec.org/lek4-86342.html>. (Дата обращения: 29.05.2023).

25. Растения и чистота природной среды / В. И. Артамонов; Академия наук СССР. - Москва: «Наука», 1986. - 172 с.

26. Новости Московского района Санкт-Петербурга «Завершились работы по озеленению Московского района» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mr-news.ru/news/2022-11-25/zavershilis-raboty-po-ozeleneniyu-moskovskogo-rayona/>. (Дата обращения: 29.05.2023).