



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

**Выбросы автомобильного транспорта как фактор,  
определяющий загрязнение городской среды (на примере  
Курчатовского района города Челябинска)**

**Выпускная квалификационная работа по направлению  
05.03.06 Экология и природопользование**

**Направленность программы бакалавриата**

**«Природопользование»**

**Форма обучения очная**

Проверка на объём заимствований:

66,9 % авторского текста

Работа рекомендована к защите  
рекомендована/не рекомендована

«08» июня 2023 г.

Зав. кафедрой Химии, экологии и МОХ  
(название кафедры)

А.А. Сутягин А.А.

Выполнила:

Студентка группы ОФ-401/058-4-1

Ломакина Мария Михайловна

Научный руководитель:

доктор биол. наук, профессор

Назаренко Назар Николаевич

Челябинск

2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА 1. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ .....	5
1.1. Мониторинг загрязнения атмосферы .....	5
1.2. Ведущие загрязнители атмосферы .....	10
ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	17
2.1. Оценка выбросов в атмосферу автомобильным транспортом...	17
2.2. Метод картографирования в оценке загрязнения атмосферы ...	22
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ КУРЧАТОВСКОГО РАЙОНА Г. ЧЕЛЯБИНСКА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ.....	28
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	40
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Картограммы среднегодового выброса автомобильным транспортом отдельных поллютантов .....	44

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность.** Каждый житель г. Челябинска ощущает на себе негативное воздействие, оказываемое автомобильным транспортом. Ежегодно на дорогах увеличивается число автомобилей. Загрязнению окружающей среды автомобильными выхлопными газами в настоящий момент отводится первое место. Ежегодно на дорогах города увеличивается и без того не малый автопарк. Курчатовский район является одним из самых густозаселенных районов, а также имеет статус спального, количество транспорта здесь велико, жители города возвращаются сюда после длительной работы. Все это говорит о необходимости мониторинга атмосферного воздуха в данном районе.

**Цель:** дать оценку загрязнения атмосферы Курчатовского района г. Челябинска выбросами автомобильного транспорта.

**Задачи:**

1) дать оценку выбросов токсичных компонентов с отработавшими газами двигателями автотранспорта;

2) изучить динамику выбросов автотранспорта в атмосферный воздух Курчатовского района г. Челябинска;

3) оценить степень загрязнения атмосферного воздуха Курчатовского района г. Челябинска автомобильным транспортом.

**Объект:** Курчатовский район г. Челябинска.

**Предмет:** выбросы автомобильного транспорта в Курчатовском районе г. Челябинска.

**Практическая значимость:** заключается в возможности использования результатов исследования в мониторинге состояния атмосферы г. Челябинска.

**Научная новизна:** актуализация данных о загрязнении атмосферы Курчатовского района г. Челябинска автотранспортом.

**Методы исследования:** в исследовании были использованы следующие методы: наблюдения, сравнения, описания, мониторинга, расчетные, математико-статистические, а также методы геоинформационного картографирования.

Структура выпускной квалификационной работы была определена целью и задачами исследования. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемых источников и приложения.



# ГЛАВА 1. МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

## 1.1 Принципы мониторинга загрязнения атмосферы

В преамбуле Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха» говорится: «Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом природной среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных». Загрязнение воздуха представляет серьезную угрозу для здоровья человека и окружающей среды в целом. В соответствии со статьей 4 Федерального закона «Об охране окружающей среды» объектами охраны окружающей среды являются атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство. В целях мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, комплексной оценки и прогноза его состояния, а также обеспечения органов государственной власти, местного самоуправления, организаций и общественности текущей и экстренной информацией о загрязнении атмосферного воздуха Правительство Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, а также органы местного самоуправления организуют государственный мониторинг атмосферного воздуха и в пределах своей компетенции обеспечивают его осуществление на территории Российской Федерации, субъекты Российской Федерации и муниципальные образования. Объективная оценка уровня загрязнения атмосферы является актуальной задачей: она необходима при выборе мер по охране воздушной среды, при планировании жилищного и промышленного строительства, при установлении предельно допустимых выбросов для городских предприятий, при организации мониторинга атмосферы.

Мониторинг атмосферного воздуха – это система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, его загрязнением и происходящими в

нем природными явлениями, а также оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха, его загрязнения [12].

Загрязнение атмосферы Земли или загрязнение воздуха происходит, когда в атмосферу Земли попадают вредные или чрезмерные количества веществ, включая газы (такие как углекислый газ, монооксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, метан), частицы (как органические, так и неорганические) и биологические молекулы [6].

Вещества, содержащиеся в атмосферном воздухе, попадают в организм человека главным образом через органы дыхания. Вдыхаемый загрязненный воздух через трахею и бронхи попадает в альвеолы легких, откуда примеси попадают в кровь и лимфу.

Система мониторинга решает следующие задачи, связанные с управлением качеством воздуха, в том числе:

- контроль за соблюдением государственных и международных стандартов качества атмосферного воздуха;
- получение объективных исходных данных для разработки мер по охране окружающей среды, градостроительства и планирования транспортных систем;
- информирование общественности о качестве атмосферного воздуха и развертывание систем предупреждения о резком повышении уровня загрязнения;
- проведение оценки воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека;
- оценка эффективности мер по охране окружающей среды.

В нашей стране проводится работа по гигиеническому регулированию (нормированию) допустимого уровня примесей в атмосферном воздухе. Обоснованию гигиенических норм предшествуют многоплановые комплексные исследования на лабораторных животных, а в случае обонятельных (имеется в виду связанных с запахом и обонятельными ощущениями) реакций организма на действие



загрязняющих веществ и на добровольцах. В таких исследованиях используются самые современные методы, разработанные в биологии и медицине [4].

В настоящее время определены предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе более 500 веществ.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – это максимальная концентрация примеси в атмосферном воздухе, отнесенная к определенному времени усреднения, которая при периодическом воздействии или в течение всей жизни человека не оказывает и не будет оказывать вредного воздействия на него (включая долгосрочные последствия) и на окружающую среду в целом.

Гигиенические нормы должны обеспечивать физиологический оптимум для жизнедеятельности человека, и, в связи с этим, к качеству атмосферного воздуха в нашей стране предъявляются высокие требования. В связи с тем, что кратковременное воздействие вредных веществ без запаха может вызвать функциональные изменения в коре головного мозга и в зрительном анализаторе, были введены значения максимально разовых предельно допустимых концентраций (ПДКСМР), учитывающие вероятность длительного воздействия вредных веществ на организм человека, значения были введены среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК).

Таким образом, для каждого вещества установлены два стандарта: максимальная разовая предельно допустимая концентрация (ПДКСМР) (в среднем за 20–30 минут) для предотвращения рефлекторных реакций у человека и среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДКСС) для предотвращения общетоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов при неограниченно длительном дыхании (таблица 1) [10].

Таблица 1 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе населенных мест [10]

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Класс опасности
	максимальная разовая	средняя суточная	
Азот диоксида	0,085	0,04	2
Диоксид серы	0,5	0,05	3
Оксид углерода	5	3	4
Пыль (взвешенные частицы)	0,5	0,15	3
Аммиак	0,2	0,04	4
Кислота серная	0,3	0,1	2
Фенол	0,01	0,003	2
Ртуть металлическая	-	0,0003	1

Классификация основных видов загрязнения.

**Химические.** Химические загрязнители включают газообразные, жидкие и твердые, химические соединения и элементы, которые попадают в окружающую среду и взаимодействуют с компонентами окружающей среды. Химическое загрязнение может быть вызвано введением каких-либо новых химических соединений или увеличением концентрации химического вещества, присутствующего в естественной среде. Многие химические вещества активны и могут взаимодействовать с молекулами веществ, входящих в состав живого организма, или активно окисляться на воздухе.

Физическое загрязнение может быть тепловым (из-за повышения температуры из-за потерь тепла в промышленности, в жилых зданиях и т.д.), шумовым (из-за избыточной интенсивности шума из-за работы предприятий, дорожного движения и т.д.), электромагнитным (из-за действия телевидения, бытовых электроприборов и т.д.). линии



электропередач), радиоактивные (из-за превышения естественного уровня радиоактивных веществ).

Биологическое загрязнение возникает при попадании биологических отходов в окружающую среду или в результате быстрого размножения микроорганизмов. Биологические загрязнители также включают виды организмов, которые появились при участии человека и наносят вред себе или дикой природе.

Эстетическое загрязнение включает в себя вред, причиняемый нарушением ландшафтов и природных ландшафтов в результате урбанизации, строительства промышленных центров на территории заповедников, в биотопах, слабо застроенных человеком.

Механические загрязнители включают нейтральные вещества, которые обычно не вступают в химическую реакцию с элементами биосферы [1].

Наблюдения за загрязнением атмосферы проводятся на специальных постах. Пост – это выбранная точка местности, где установлен павильон или автомобиль, оснащенный соответствующими устройствами.

В ходе мониторинга устанавливаются три категории наблюдательных пунктов: стационарные, маршрутные и мобильные (подсобные). Стационарный пост предназначен для обеспечения непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ или регулярного отбора проб воздуха для последующего анализа. Из числа стационарных постов выделяются эталонные стационарные посты, которые предназначены для обнаружения долгосрочных изменений содержания основных и наиболее распространенных загрязняющих веществ. Маршрутный пост предназначен для регулярного отбора проб воздуха в фиксированной точке местности во время наблюдений, которые проводятся с помощью мобильного оборудования. Передвижной пост предназначен для отбора проб под дымовой (газовой) горелкой с целью определения зоны влияния этого источника.

Каждый пост, независимо от категории, размещается на проветриваемой со всех сторон открытой площадке с непыльным покрытием: асфальт, твердая земля, газон – таким образом, чтобы исключить искажения результатов измерений из-за наличия зеленых насаждений, зданий и т.д. Стационарные и маршрутные посты размещаются в местах, выбранных на основе предварительного изучения загрязнения воздуха городов промышленными и бытовыми выбросами, выбросами транспортных средств и условиями рассеивания. Эти посты размещены в центральной части населенного пункта, жилых районах с различными типами застройки, зонах отдыха, на территориях, прилегающих к магистралям с интенсивным движением транспорта. Места отбора проб для мобильных наблюдений выбираются на разных расстояниях от конкретного источника выбросов с учетом закономерностей распространения загрязняющих веществ в атмосфере.

Одновременно с отбором проб воздуха определяются направление и скорость ветра, температура воздуха, погодные условия и подстилающая поверхность. В период неблагоприятных метеорологических условий (штиль, температурная инверсия) и значительного увеличения концентраций загрязняющих веществ наблюдения проводятся каждые три часа [11].

## 1.2 Ведущие загрязнители атмосферы в городской среде

Загрязнение воздуха является основной причиной глобальной экологической угрозы. Международная организация труда определяет загрязнение воздуха как присутствие в воздухе веществ, которые вредны для здоровья или опасны по другим причинам, независимо от их физической формы. Чаще всего и сильнее всего загрязняют атмосферу: углекислый газ, диоксид серы, оксиды азота и пыль.

Воздух загрязняют любые вещества: газообразные, твердые и жидкие, если они содержатся в нем в количествах, превышающих их



среднее содержание. Загрязнение атмосферного воздуха делится на пылевое и газообразное. Всемирная организация здравоохранения определяет загрязненный воздух, когда его химический состав может негативно повлиять на здоровье людей, растений и животных, а также других элементов окружающей среды (воды, почвы). Загрязнение воздуха является наиболее опасным из всех видов загрязнения, поскольку оно подвижно и может загрязнять практически все компоненты окружающей среды на больших территориях.

Основные источники загрязнения атмосферного воздуха:

- индустриализация и растущее население;
- энергетика;
- транспортная промышленность;
- природные источники.

Растущий спрос на энергию превратил сжигание углеводородов в основной источник антропогенного загрязнения атмосферы.

Существует три основных типа источников выбросов в атмосферу:

- точечные установки – это в основном крупные промышленные предприятия, которые выделяют пыль, диоксид серы, оксид азота, монооксид углерода и тяжелые металлы;
- площадными (разбросанными) являются бытовые котлы и печи, локальные котельные, небольшие промышленные предприятия, выделяющие в основном пыль и диоксид серы;
- линейные источники – это источники загрязнения, которые имеют большую протяженность. Ответственен за выбросы оксидов азота, оксидов углерода, ароматических углеводородов, тяжелых металлов (в первую очередь свинца из этила, в настоящее время платины, палладия и родия из автомобильных катализаторов).

Последствия загрязнения воздуха включают:

- кислотный дождь – осадки с низким уровнем pH. Они содержат серную кислоту, образующуюся в атмосфере, загрязненной оксидами серы

в результате сжигания сульфатированного угля, а также азотную кислоту, образующуюся из оксидов азота. Смог – это загрязненный воздух, содержащий высокую концентрацию пыли и токсичных газов, источником которых в основном являются автомобили и промышленные предприятия;

– неприятный запах является результатом присутствия в воздухе загрязняющих веществ, которые раздражают обонятельные рецепторы. Чаще всего вонь представляет собой смесь большого количества различных соединений, присутствующих в очень небольших количествах. Влияние неприятных запахов на здоровье человека обычно носит психосоматический характер;

– озоновые дыры – это снижение содержания озона ( $O_3$ ) на высоте 15–20 км, главным образом на Южном полюсе, которое наблюдается с конца 1980-х годов. Темпы снижения составляют около 3% в год. Наиболее важными в этом процессе являются хлорфторуглероды (фреоны), из которых выделяющийся хлор (под воздействием ультрафиолетового излучения) атакует молекулы озона, что приводит к выделению кислорода и оксида хлора. Озоновый слой – это естественный фильтр, который защищает живые организмы от вредного ультрафиолетового излучения;

– парниковый эффект – это явление, происходящее в атмосфере планеты, вызывающее повышение температуры планеты, в том числе и Земли. Этот эффект вызван атмосферными газами, называемыми парниковыми газами, которые ограничивают тепловое излучение с поверхности Земли и нижних слоев атмосферы в космос;

– загрязнение воздуха, вызываемое автомобилями, является причиной примерно 1/4 смертей в крупных городах [7].

По данным ВОЗ, наиболее распространенные загрязняющие вещества атмосферного воздуха представлены такими группами:

1) твердые частицы (летучие – зола, пыль, цинка оксид, силикаты, свинца хлорид);



- 2) соединения серы (серы диоксид, сероводород, меркаптаны);
- 3) органические соединения (альдегиды, углеводороды, смолы);
- 4) соединения азота (азота оксид, азота диоксид, аммиак);
- 5) соединения кислорода (озон, углерода оксид, углерода диоксид);
- 6) соединения галогенов (водорода фторид, водорода хлорид);
- 7) радиоактивные соединения (радиоактивные газы, аэрозоли).

Вещества, загрязняющие атмосферный воздух, могут иметь природное и техногенное происхождение. К природным источникам поступления относятся извержения вулканов, вынос морских солей, выветривание почвы, растения, лесные и торфяные пожары, пыльные бури и другие. При извержении вулканов в воздух выбрасывается аэрозоль в виде пепла, пары воды, соединения углерода, водород, диоксид серы, хлор и т.д. В атмосферном воздухе может содержаться космическая пыль в незначительной концентрации (0,0001 %). Морская пыль образуется вследствие испарения воды из брызг и капель морской воды и представляет собой кристаллы соли. В разгар цветения от одного растения в атмосферный воздух может поступать пыльца. Содержание пыльцы зависит от сезона года, наличия и особенностей растительности. Пыльца является причиной аллергических заболеваний у человека (сенной лихорадки или поллиноза). Большинство природных источников загрязнения атмосферного воздуха обуславливают в основном более или менее ограниченные изменения состава атмосферного воздуха, так как извержения вулканов, лесные пожары, пыльные или песчаные бури бывают не каждый день и не повсеместно.

Техногенные источники загрязнения. Предприятия теплоэнергетики (теплоэлектростанции, котельные установки). Характер загрязнения атмосферного воздуха продуктами сгорания минерального топлива определяется следующими факторами: видом топлива, условиями его сжигания в различных топочных устройствах, наличием и технической эффективностью очистных сооружений, условиями выбросов (высотой

труб, скоростью выхода газов и их температурой). Большое значение имеют метеорологические условия и рельеф местности. Современная энергетика базируется в основном на использовании таких горючих ископаемых, как уголь, нефть, природный газ, мазут. В зависимости от типа применяемого топлива существенно меняется состав и количественные соотношения отдельных видов загрязнения. Основными продуктами неполного сгорания углеводородного топлива являются оксиды углерода и соединения серы – органическая, сульфидная (колчедан), сульфатная сера. Минеральные примеси представляют собой силикаты, сульфаты, сульфиды, карбонаты, оксиды металлов, фосфаты, хлориды щелочных металлов. Среди газообразных загрязнений атмосферного воздуха ТЭС ведущее место занимают оксиды серы. Наиболее высокое содержание данного соединения отмечается в мазуте. Практически вся сера, содержащаяся в мазутах, при сжигании превращается в диоксид серы. При горении угля образуются окислы азота, которые при взаимодействии с углеводородами, находящимися в приземных слоях атмосферы, образуют озон. При сжигании каменного угля, кроме газообразных выбросов, образуется зола (современная ТЭС при сжигании 2000 т угля будет выбрасывать в атмосферу ежедневно 320 т золы). При сжигании зола распределяется на 2 части: одна оседает, остается в топке, другая выносится через трубы вместе с газами в атмосферу (летучая зола). Количество летучей золы зависит от метода сжигания угля. Она на 95% состоит из мельчайших твердых минеральных частичек размером до 5 мкм. В минеральной части золы содержится 42–49% диоксида кремния, 24–38 % алюмосиликатов, 10–16% соединений железа, кальция, магния и другие. В золе присутствуют некоторые металлы, которые принято считать канцерогенами (хром, никель, бериллий, мышьяк) и естественные радионуклиды. Неполное сгорание углеводородного топлива ведет к образованию канцерогенных ПАУ, в том числе бензапирена. Дисперсность пылевых частиц золы определяет



длительность их пребывания в воздухе и действие на организм. Наибольшее практическое значение имеют пылевые загрязнения, выбрасываемые в воздух энергетическими системами. Особенно много твердых загрязнений поступает в воздух при сжигании твердого топлива (угля). При этом в воздух выбрасываются зола, недожог, сажа [8].

Автотранспорт. Особенностью автомобильного транспорта, как источника загрязнения воздуха, является:

- численность автотранспорта в крупных городах быстро увеличивается, следовательно, увеличивается и выброс вредных веществ в атмосферу;

- автомобиль в отличие от промышленных предприятий и предприятий теплоэнергетики является движущимся источником загрязнения и его негативное воздействие распространяется на жилые районы, места отдыха и т.д.;

- автомобильные выбросы распространяются на уровне дыхания человека, и их рассеивание в условиях городской застройки затруднено;

- использование автомобилей вторичного рынка.

Все движение транспортного средства состоит из последовательных изменений этих четырех режимов: холостые обороты, разгон, маршевый режим, торможение. Изменение режимов движения приводит к немедленному изменению состава и концентрации выбросов. Выхлопные газы содержат более 200 химических веществ, в том числе продукты неполного сгорания топлива (углекислый газ, альдегиды, кетоны, углеводороды, в том числе канцерогенные, водород, сажу, перекисные соединения), продукты термических реакций азота с кислородом, за счет чего образуются оксиды азота, вещества, которые входят в состав топлива (соединения свинца, диоксид серы). Для повышения октанового числа бензина к нему добавляют различные присадки. В течение многих лет широко применялся тетраэтилсвинец, в последние годы его использование ограничено и сейчас используют менее токсичные антидетонаторы.

Увеличение плотности транспортных средств на магистралях и дорогах ведет к изменению режима движения и увеличению времени разгона, которое характеризуется наиболее интенсивным выбросом отработанных газов.

Промышленные предприятия. Характер выбросов зависит от вида предприятия. В последние годы цветная металлургия прочно занимает одно из ведущих мест по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Технология производства цветных металлов связана с образованием большого объема газа, который содержит диоксид серы, диоксид углерода, аэрозоли конденсации металлов. При производстве свинца, цинка, меди, кобальта, никеля, алюминия атмосферный воздух может загрязняться оксидами указанных металлов, фтористым водородом, пылью глинозема, смолистыми веществами и канцерогенными ПАУ. Основными источниками выбросов в атмосферу в черной металлургии являются: в агломерационном производстве – агломерационные машины, машины для обжига окатышей; дробильно-размольное оборудование, места разгрузки, погрузки и пересыпки материалов, при производстве чугуна и стали – доменные, мартеновские и сталеплавильные печи, установки непрерывной разливки стали, травильные отделения, ваграночные печи чугунолитейных цехов [14].



## ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1 Оценка выбросов в атмосферу автомобильным транспортом

Данные для работы были собраны на основании следующей методики: «ГОСТ Р 56162-2019 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории» [5].

Моделирование произведено при помощи геоинформационной системы (далее ГИС), в программе QGIS, путём интерполирования.

Настоящий стандарт распространяется на автотранспортные средства и устанавливает метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории. Выбросы в атмосферу вредных (загрязняющих) веществ автотранспортными средствами в реальных условиях эксплуатации, являясь объектами регулирования технических регламентов в отношении негативного воздействия на состояние здоровья людей, квалифицируются как опасные и входят в перечень химических веществ согласно «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к продукции (товарам), подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» Таможенного союза ЕАЭС.

Стандарт устанавливает порядок расчета значений максимальных разовых за 20-минутный период времени и валовых за год выбросов в атмосферу вредных (загрязняющих) веществ от потоков автотранспортных средств, движущихся по автомобильным дорогам вне зон производственного и промышленного назначения для последующего их использования при инвентаризации, разработке нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ и проектной градостроительной документации по формированию улично-дорожной

сети, строительству новых и реконструкции существующих автомобильных дорог.

Подготовленный стандарт устанавливает метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории.

Данный метод способствует установлению обязательных для применения и исполнения требований показателей качества и безопасности эксплуатации автотранспортных средств в Российской Федерации.

Настоящий стандарт устанавливает метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории.

Настоящий стандарт предназначен для применения в следующих случаях:

- при проведении натурных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков, движущихся по автомобильным дорогам и улицам городов и населенных пунктов, вне зон производственного и промышленного назначения;

- для расчета максимальных разовых и валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от потоков автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории;

- при формировании компьютерных банков данных для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы;

- для разработки проектной градостроительной документации по формированию улично-дорожной сети, строительству новых и реконструкции существующих автомобильных дорог.

В качестве исходных данных для расчета выбросов загрязняющих веществ автотранспортом в атмосферу на действующих автомобильных дорогах используют результаты натурных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков с подразделением по основным



группам автотранспортных средств. Для проектируемых автомобильных дорог используют прогнозные данные о структуре и интенсивности автотранспорта в соответствии с проектной документацией.

Приведенные значения удельных выбросов загрязняющих веществ представляют собой удельные значения выбросов загрязняющих веществ для рассматриваемых групп автомобилей при их движении на участках городских автомобильных дорог, а также в условиях их пребывания на пересечениях городских автомобильных дорог. При определении значений удельных выбросов загрязняющих веществ для автомобильных дорог принимают во внимание тот факт, что в городских условиях автомобиль на конкретном участке автомобильной дороги постоянно совершает разгоны и торможения, перемещаясь со средней скоростью, определяемой дорожными условиями. При определении значений удельных выбросов загрязняющих веществ для пересечений автомобильных дорог принимают во внимание то, что в условиях пребывания в зоне перекрестка автомобиль, кроме торможения и разгона, определенную часть времени может стоять при запрещающем сигнале светофора при работе двигателя на холостом ходу.

Расчеты выбросов выполняют для следующих загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей: оксид углерода (CO), оксид азота (NO), углеводородная группа (CH), сажа, диоксид серы (SO<sub>2</sub>), формальдегид, бензапирен.

На основе изучения схемы улично-дорожной сети города, а также информации о транспортной нагрузке, полученной в органах государственной инспекции безопасности дорожного движения и архитектурных управлениях, составляют перечень автомобильных дорог (и их участков) с различной интенсивностью движения и перекрестков с высокой транспортной нагрузкой.

Выбранные автомобильные дороги (или их участки) наносят на карту-схему города в масштабе. Затем на карте фиксируют перекрестки, на которых предполагается проведение дополнительных обследований.

Для определения характеристик автотранспортных потоков на выбранных участках улично-дорожной сети проводят учет автотранспортных средств, движущихся в обоих направлениях, подразделяемых по следующим группам: легковые автомобили; автофургоны и микроавтобусы массой до 3,5 т; грузовые массой от 3,5 т до 12 т; грузовые массой больше 12 т, автобусы массой свыше 3,5 т.

Подсчет движущихся по данному участку автомобильной дороги транспортных средств проводят в течение 20 мин. каждый час. При высокой интенсивности движения (более 2–3 тыс. автомашин в час) подсчет автотранспортных средств проводят одновременно на каждом направлении движения (при недостаточности числа наблюдателей – первые 20 мин. в одном направлении, следующие 20 мин. в противоположном направлении).

Для выявления максимальной транспортной нагрузки наблюдения проводят в часы пик. Для большинства городских автомобильных дорог пиковыми часами являются утренние и вечерние часы пика.

Обработка данных натурных обследований для их использования при проведении расчетов загрязнения атмосферы должна включать в себя определение средних значений интенсивности движения (за 20 мин.) каждой группы автомобилей для каждого часа пик в течение всего периода наблюдений [5].

Сбор первичных данных.

С помощью ГОСТ Р 56162–2019 были проведены расчеты, на основе обработки которых были созданы картографические материалы, показывающие концентрации рассматриваемых загрязняющих веществ от автотранспорта в атмосферном воздухе городской экосистемы.



Расчеты выбросов были выполнены для следующих загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу с выхлопными газами автомобилей:

- оксид углерода (CO),
- оксиды азота (NO),
- углеводороды (CH),
- сажа,
- диоксид серы (SO<sub>2</sub>),
- формальдегид (CH<sub>2</sub>O),
- бензапирен (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>).

Расчеты проводились на трех различных типах автомагистралей, а именно на перекрестке с интенсивным движением, на большой дороге, прилегающей к этому перекрестку, а также на небольшой дороге с низкой интенсивностью движения.

В ходе ранее проведенных работ были определены концентрации основных загрязняющих веществ, а также их влияние на экологическую ситуацию в данном районе.

Были исследованы три типа дорог. Сбор данных осуществлялся в строго определенное время: утренний период (7:00) и вечерний период (20:00).

Окончательная оценка ситуации с загрязнением воздушного бассейна выбросами транспортных средств на основе статистических данных о загрязняющих веществах на перекрестке показывает следующие закономерности: в большей степени наблюдается загрязнение следующими веществами: монооксидом углерода, оксидами азота, углеводородами, диоксидом серы. Динамика выбросов характеризуется неоднородностью.

Сравнивая среднее значение каждого загрязнителя с его ПДК, можно сделать вывод, что каждый загрязнитель характеризуется его многократным превышением.

## 2.2. Метод картографирования в оценке загрязнения атмосферы

Одним из способов мониторинга распределения уровней загрязнения воздуха в определенной местности является экологическое картографирование.

Развитие экологического картографирования как метода анализа. Это направление находится в тесном единстве со многими областями исследований: биологическими, географическими, социальными и техническими. Общегеографические методы визуального отображения пространственной информации позволяют визуализировать процессы, происходящие в окружающем мире. Целью экологического картографирования является анализ экологической ситуации и ее изменчивости во времени и пространстве. Для достижения этой цели необходимо собирать, анализировать и интерпретировать информацию о факторах окружающей среды, влияющих на здоровье человека и экосистемы, а также создать географически корректное картографическое представление на основе полученной экологической информации. Экологическое картографирование, как правило, направлено на реализацию экологических программ и проектов. Основной целью природоохранных мероприятий является получение объективных данных об экологической обстановке и ее динамике на конкретной территории, что невозможно без использования экологических карт. В то же время экологическая информация очень разнообразна и может поступать из различных источников (исследования, научно-исследовательские работы, дистанционное зондирование и т.д.). Обычно такую разнородную экологическую информацию объединяет только принадлежность к определенной территории. Таким образом, разработка экологического картографирования является универсальным способом обобщения полученной экологической информации.



Экологические карты появились во второй половине 20 век на стыке физико-географической и социальной картографии. В настоящее время не существует общепринятой классификации экологических карт, поскольку огромное количество экологических проблем постоянно влияют на появление новых классификационных признаков. Однако существует относительно устоявшаяся классификация экологических карт по научной и прикладной направленности. В рамках этого классификационного признака выделяются следующие типы карт:

- инвентарные карты предназначены для бухгалтерского учета и опишите характеристики природных объектов;
- оценочные карточки характеризуют соответствие условий окружающей среды любым экологическим критериям и стандартам;
- прогнозные карты показывают ожидаемые природные объекты и их свойства, ожидаемое развитие экологической ситуации;
- рекомендательные карточки направлены на оптимизацию отношений в природной среде, а также гармонизацию отношений человека и природы [2].

Экологическое картографирование – наука о способах сбора, анализа и картографического представления информации о состоянии среды обитания человека и других биологических видов, т.е. об экологической обстановке. Целью экологического картографирования является анализ экологической обстановки и ее динамики, т.е. выявление пространственной и временной изменчивости факторов природной среды, воздействующих на здоровье человека и состояние экосистем. Для достижения этой цели требуется выполнить сбор, анализ, оценку, интеграцию, территориальную интерпретацию и создать географически корректное картографическое представление весьма многообразной, нередко трудно сопоставимой экологической информации. В рамках природоохранной деятельности выделяются следующие основные составные части, требующие картографического обеспечения:

– научно-исследовательская работа (с подразделениями по компонентам природной среды, методам исследования, территориальным единицам разного иерархического уровня или в глобальном масштабе);

– практическая деятельность по охране атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и недр, растительности и животного мира, ландшафтов (экосистем) в целом (включая юридические, экономические, технологические, гигиенические аспекты; в локальном, региональном, национальном и международном масштабах);

– экологическое образование и воспитание (включая преподавание, пропаганду экологических знаний и осуществление прав личности и общества на информацию) [8].

Экологическое картографирование – отклик на общественную потребность в информации о состоянии и динамике качества среды, окружающей человека, в условиях экологического кризиса. Как показано выше, расширение предмета и тематическая дифференциация экологического картографирования произошли вследствие невозможности удовлетворить эту потребность без привлечения всей совокупности данных наук о Земле, человеке и обществе. Задача экологического картографирования состоит в непосредственной характеристике состояния среды, подвергающейся антропогенному воздействию. Важнейшие свойства картографируемых показателей – их содержательная, пространственная и временная локализация. При этом информация, заключенная в карте, всегда беднее исходной природной. Поэтому для обеспечения объективности и репрезентативности результатов необходимо соблюдение ряда процедур, среди которых целесообразно различать общекартографические приемы получения, локализации, интеграции и интерпретации показателей и особенности их применения, обусловленные спецификой объекта картографирования [13].



Одной из важных частей экологического картографирования является изучение загрязнения атмосферы. Составление карт загрязнения атмосферы состоит из:

- составление карты потенциального загрязнения атмосферы;
- составление карт источников загрязнения;
- составление карт уровней загрязнения.

С экологической и гигиенической точки зрения наибольший интерес для составления карт представляют следующие характерные уровни загрязнения атмосферного воздуха:

Среднегодовой (многолетний) уровень, который формируется при наличии динамического равновесия между выбросом и рассеиванием атмосферных загрязнений;

Уровень загрязнения в результате сочетания обычного (или скорректированного в соответствии с планом действий в НМЗ) режима работы предприятий — источников загрязнения атмосферы и неблагоприятных погодных условий для рассеивания (повторяемость 5 %, согласно действующей системе нормирования окружающей среды);

Уровень загрязнения, который может возникнуть при аварийном сбросе с потенциально опасного объекта при определенных заданных (обычно неблагоприятных) погодных условиях.

Фактический текущий уровень загрязнения. При составлении карт загрязнения воздуха возникает необходимость в быстрой обработке большого объема разнообразной информации. В зависимости от степени сложности математической модели, используемой в данном случае, количество входных параметров может сильно варьироваться. Привлечение более точных моделей влечет за собой введение новых типов данных. Использование современных ГИС-инструментов позволяет автоматизировать обработку необходимой исходной информации и получать результаты с высоким пространственным и временным разрешением. В целом, все исходные данные для составления карты

загрязнения воздушного бассейна промышленного города можно разделить на три основных типа:

- данные о структуре и объеме выбросов, типах и свойствах источников загрязнения, привязанные к карте;

- данные об условиях распространения загрязнения, включая метеорологические данные, граничные условия для метеорологических полей;

- данные о рельефе и свойствах подстилающей поверхности, по которой происходит перенос загрязнений (шероховатость, альbedo и т.д.).

При проведении работ по охране окружающей среды одним из основных источников информации является карта. Поэтому для удобства проведения экологических исследований исследователь должен иметь возможность создать карту местности. Создание карты включает в себя определенную последовательность шагов:

I этап – определение цели и предназначения карты, формулирование ее названия;

II этап – выбор масштаба карты, ее формата и размера, выбор компонентов карты и т.д., т.е. определение математической основы карты.;

III этап – изучение и отбор уже опубликованных картографических источников, выбор топографической основы будущей карты;

IV этап – определение содержания карты, группировка нанесенных на карту объектов по их типам (например, населенные пункты, гидрографические объекты, дорожная сеть и т.д.);

V этап – выбор необходимых символов для отображаемых объектов;

VI этап – изображение на карте основных элементов географического содержания в соответствии с топографической основой (например, основных населенных пунктов, транспортных коммуникаций, основных водных объектов и т.д.);

VII этап – картографирование информации специального содержания в соответствии с ее тематикой (границы исследуемой



экосистемы, точки отбора проб, места антропогенного воздействия, свалки и т.д.);

VIII этап – контроль качества и редактирование оригинальной копии карты;

IX этап – это окончательная верификация карты, ее тиражирование (при необходимости).

Весь процесс создания карт загрязнения с использованием ГИС-технологий можно разбить на несколько этапов (рисунок 1) [9].

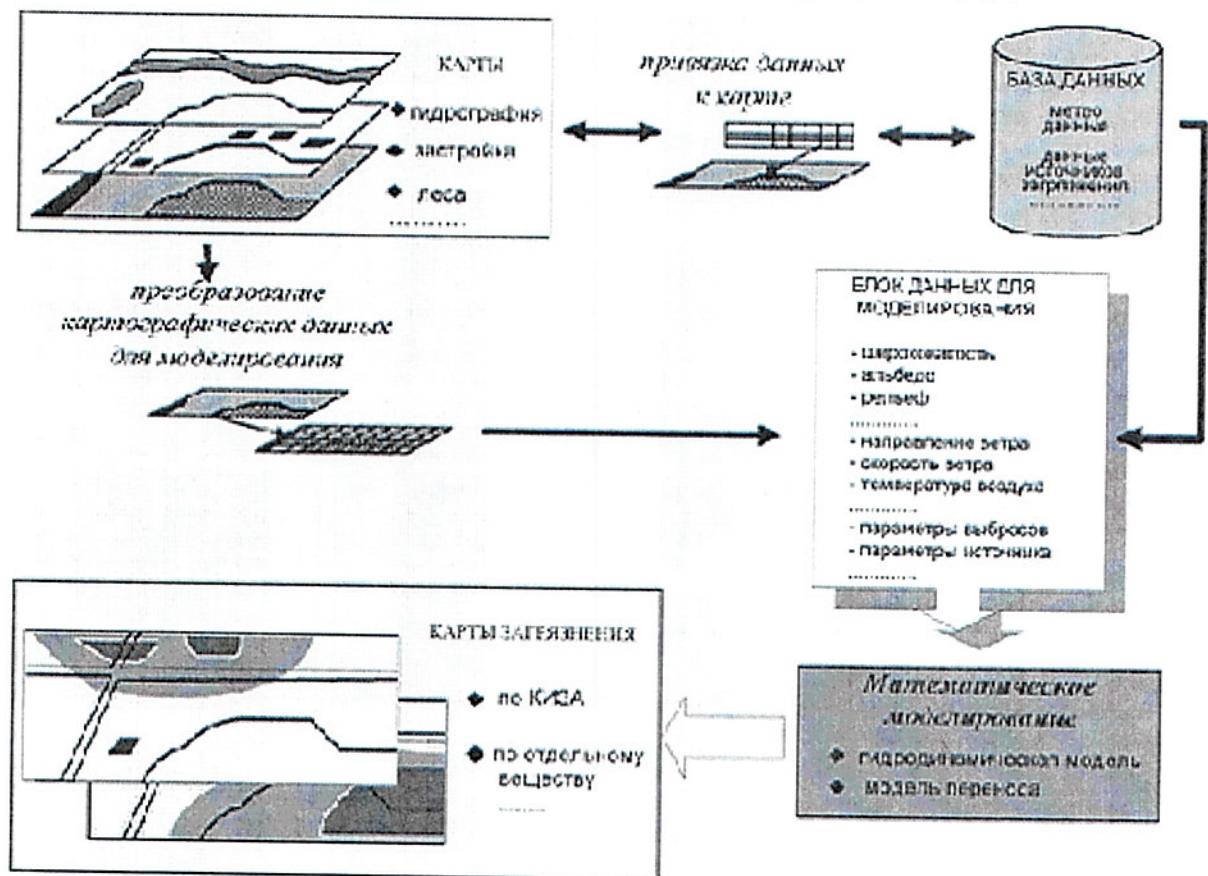


Рисунок 1 – Процесс создания карт загрязнения с использованием ГИС-технологий поэтапно [11].

### ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ КУРЧАТОВСКОГО РАЙОНА Г. ЧЕЛЯБИНСКА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Исследования проводились в Курчатовском районе г. Челябинска. Для проведения анализа были выбраны дороги разной категории, расположенные вне зон производственного и промышленного назначения (рисунок 2):

1. Перекрестки крупных дорог с активным трафиком: Свердловский пр. – Комсомольский пр., Комсомольский пр. – ул. Краснознаменная, Комсомольский пр. – ул. Чайковского, ул. Чайковского – ул. Куйбышева, ул. Красного Урала – Комсомольский пр., ул. Куйбышева – ул. Красного Урала, Комсомольский пр. – ул. Молодогвардейцев, Комсомольский пр. – ул. Солнечная.

2. Прилегающие к этим перекресткам крупные дороги с активным трафиком – ул. Косарева, ул. Пионерская, ул. Куйбышева, Шлюзовая ул., ул. Ворошилова, ул. Солнечная.

3. Дороги с внутривидовым движением – небольшие дороги.

Данные были отобраны в период с 01.11.2021 г. по 01.11.2022 г.

В работе использованы расчеты, выполненные в соответствии с методикой расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах различных категорий (ГОСТ 2019).





Таблица 3 – Статистические показатели по количеству выбросов в вечернее время (т/г)

Статистические показатели	CO	NO	CH	Сажа	SO <sup>2</sup>	Формальдегид	Бензапирен
Среднее	7,1	4	1,9	0,07	0,05	0,01	0
Минимум	0,1	0,1	0,03	0,0007	0,0008	0,0001	0
Максимум	21,8	12,4	5,8	0,2	0,1	0,03	0

Оксид углерода.

Максимальная средняя концентрация монооксида углерода была зафиксирована утром и составила 8,3 т/г. Минимальное среднее значение окиси углерода было вечером и составило 7,1 т/г.

Оксид азота.

Общая тенденция распределения диоксида азота по времени суток сопоставима с текущей статистикой по окиси углерода. Средний максимум также был зафиксирован утром (4,6 т/г). Средний минимум приходится на вечер – 4 т/г.

Среднесуточная динамика запасов углеводородов.

В рассматриваемой статистике четко выражена зависимость от времени суток в атмосферном воздухе города Челябинска. Максимальные средние концентрации были зафиксированы утром (2,2 т/г). Средний минимум приходится на вечер – 1,9 т/г.

Сажа.

Самый высокий средний показатель, согласно статистике, наблюдается утром и составляет 0,1 т/г. Также прослеживается зависимость количества выбросов от времени суток. Минимальный пик загрязнения приходится на вечернее время и составляет 0,07 т/г.

Диоксид серы.

В течение рассматриваемого периода загрязнение диоксидом серы имело аналогичную динамику с ранее упомянутыми загрязнителями. Общая тенденция сохраняется.



Формальдегид.

Резких изменений концентраций доступного вещества в динамике распределения загрязняющих веществ не наблюдалось. Существует также зависимость от времени суток.

Бензапирен.

Высвобождение этого вещества имеет наименьший количественный показатель из всех представленных в исследовании и практически равно нулю.

Рассмотрим и проанализируем динамику распределения уровня загрязнения по месяцам, по каждому поллютанту отдельно.

Оксид углерода.

В период с сентября по декабрь наблюдается тенденция снижения выбросов оксида углерода (рисунок 3). С декабря по май наблюдается увеличение количества выбросов. В летний период на графике выражен спад показателей загрязнителя. В осенний период график вновь идёт по возрастающей. Максимальное значение концентрации оксида углерода зафиксировано в сентябре и составило 28,1 т/г. Следующий максимум зафиксирован в мае и составил – 22,3 т/г. Минимальное значение оксида углерода пришлось на июнь и составило 19,9 т/г. Данное распределение количества поллютанта объясняется следующим. Зимний период характеризуется снижением выбросов, так как в период неблагоприятных климатических условий часть пользователей личного автотранспорта отказываются от его использования, что приводит к снижению количества выбросов. В летний период так же наблюдается спад показателей, что связано с уменьшением автотранспортных средств в городе по причине того, что в летний сезон часть владельцев автотранспорта покидают город.

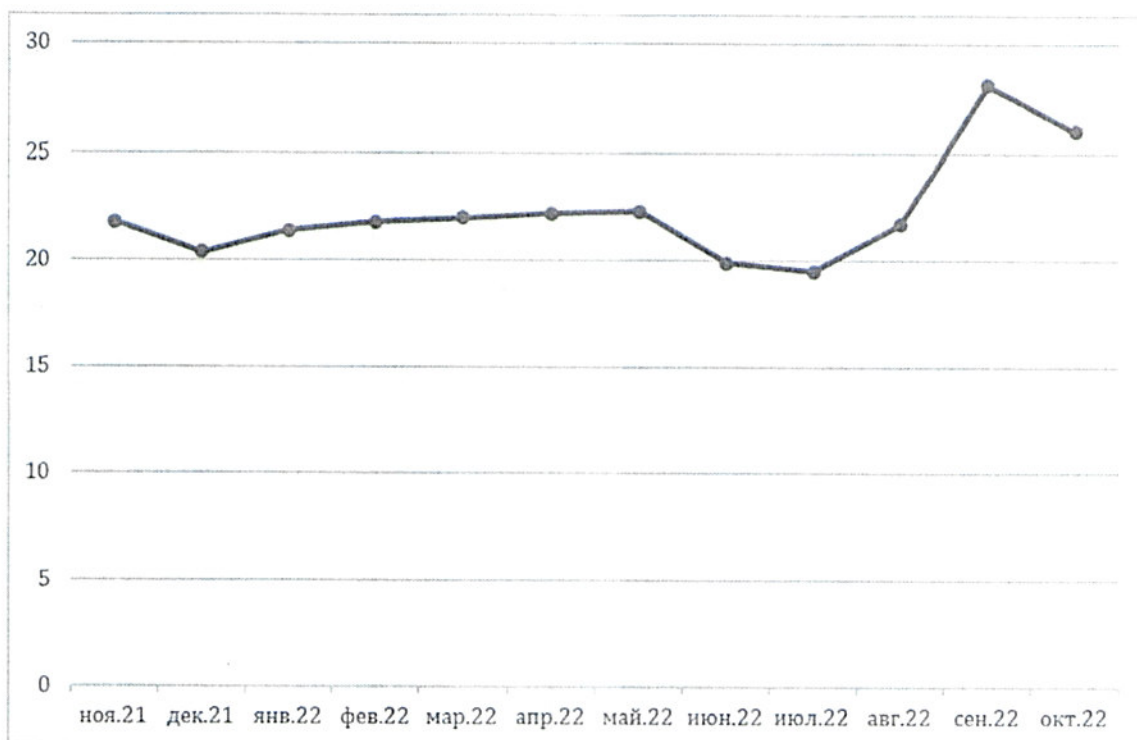


Рисунок 3 – Годовая динамика выбросов оксида углерода от автотранспорта (т/г)

Оксида азота.

Общая тенденция сезонного распределения монооксида азота (рисунок 4) сопоставима, с течением графика по оксиду углерода. Максимумы так же был зафиксированы в сентябре (14 т/г), октябре (12,9 т/г) и в мае (12,2 т/г). Минимум приходится на июль – 0,270 т/г.

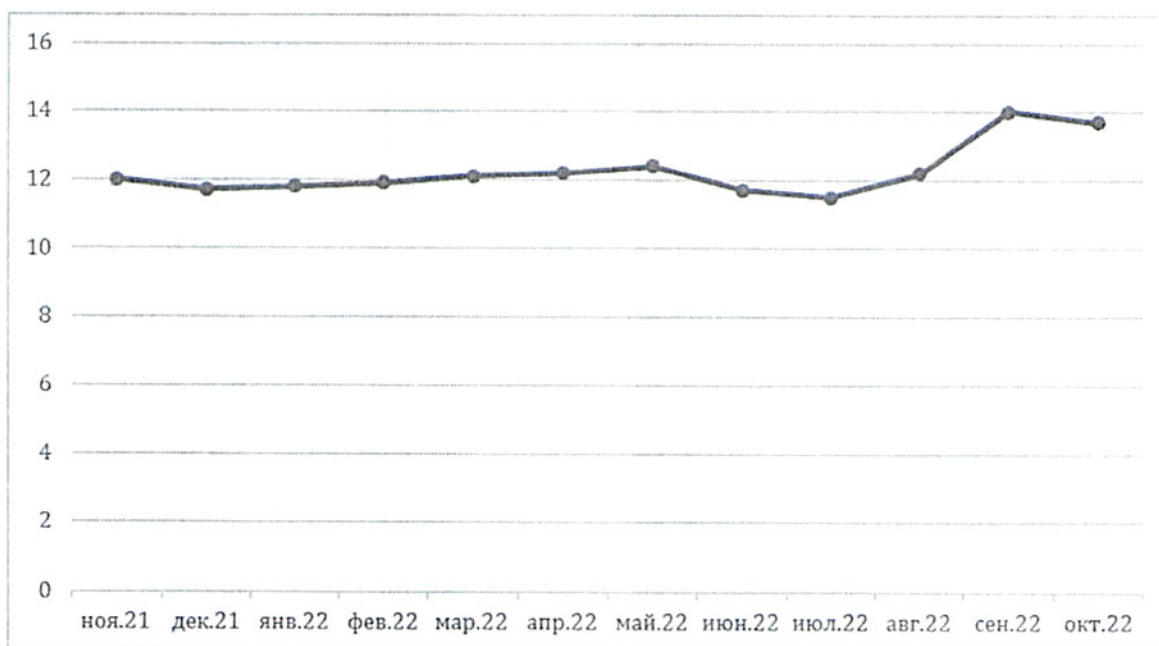


Рисунок 4 – Годовая динамика выбросов монооксида азота от автотранспорта (т/г)



### Углеводороды – годовая динамика.

В рассматриваемом графике годовой динамики выбросов углеводородов (рисунок 5) в атмосферный воздух города Челябинск четко выражена сезонная зависимость. Максимальные концентрации были зафиксированы в сентябре (7,5 т/г) и мае (7 т/г). Минимум приходится на июль – 4,7 т/г. С приходом неблагоприятных климатических условий, начало которых приходится на ноябрь, наблюдается умеренный спад интенсивности загрязнения. С наступлением сезона потепления тенденция идёт к увеличению интенсивности загрязнения данными веществами.

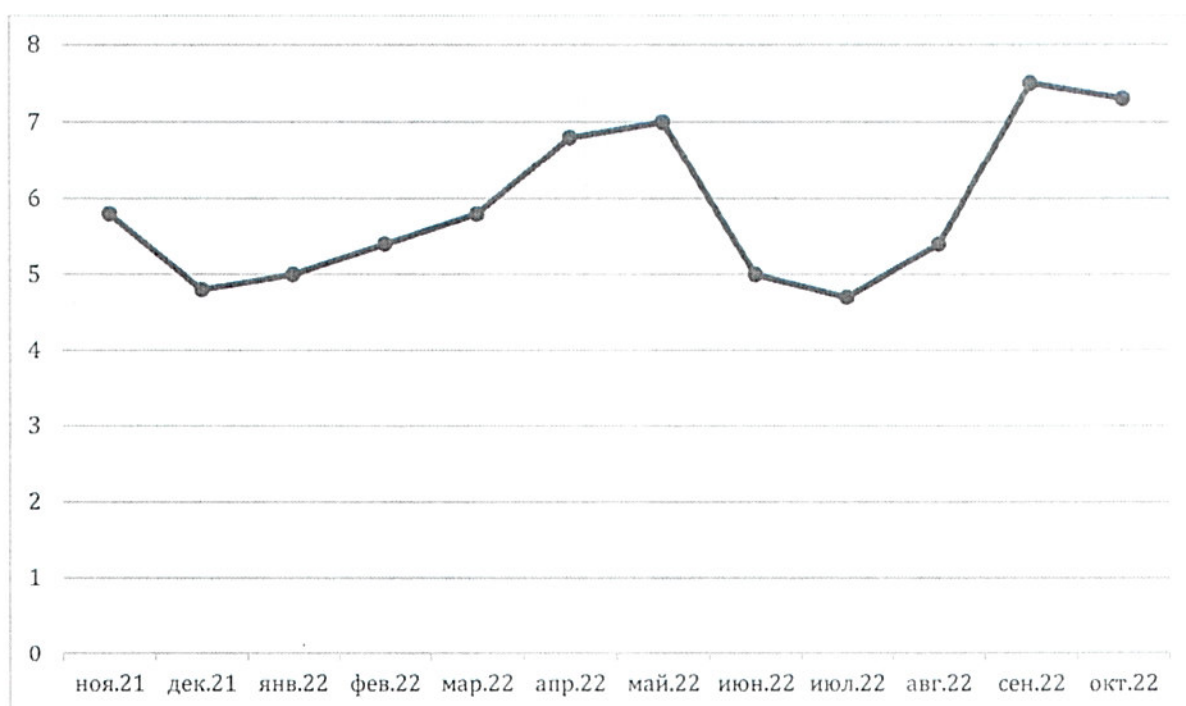


Рисунок 5 – Годовая динамика выбросов углеводородов от автотранспорта (т/г)

### Сажа.

Самый высокий показатель, согласно графику (рисунок 6), наблюдается в сентябре и составляет 3,5 т/г. Также прослеживается сезонность. Минимальный пик загрязнения приходится на июль и составляет 2,66 т/г.

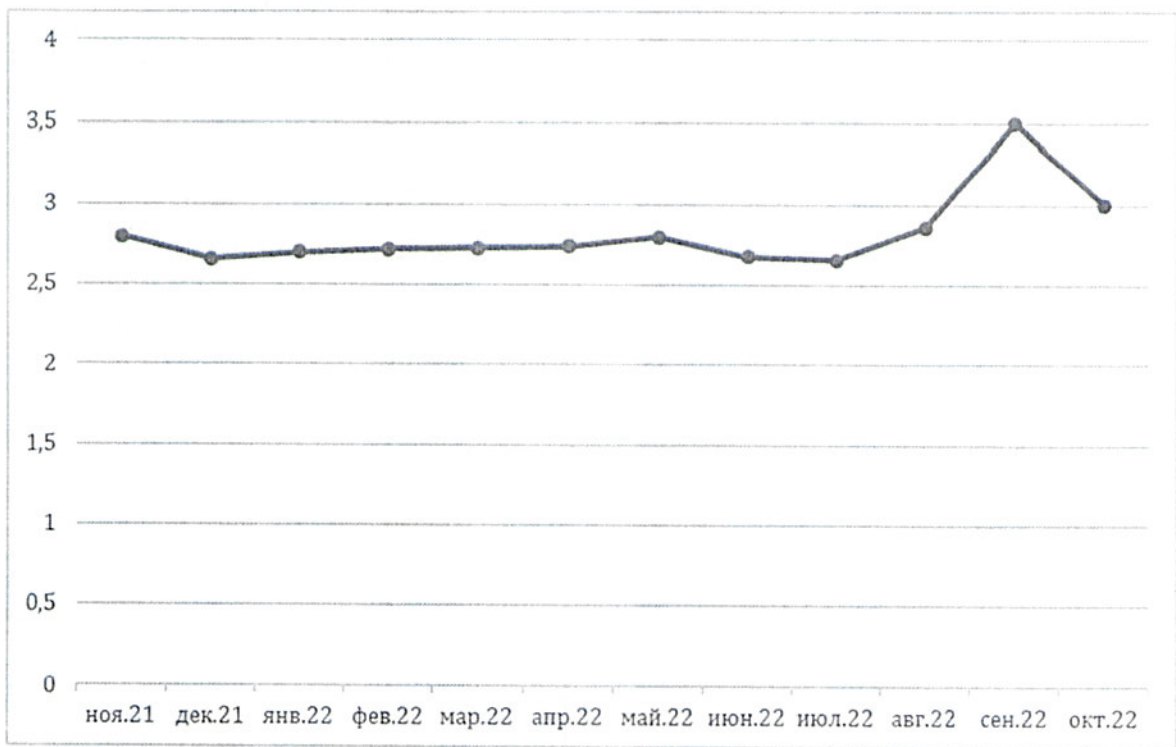


Рисунок 6 – Годовая динамика выбросов сажи от автотранспорта (т/г)

Диоксид серы.

В рассматриваемый период загрязнение диоксидом серы (рисунок 7) имело схожую динамику с ранее упомянутыми поллютантами. Общая тенденция сохраняется.



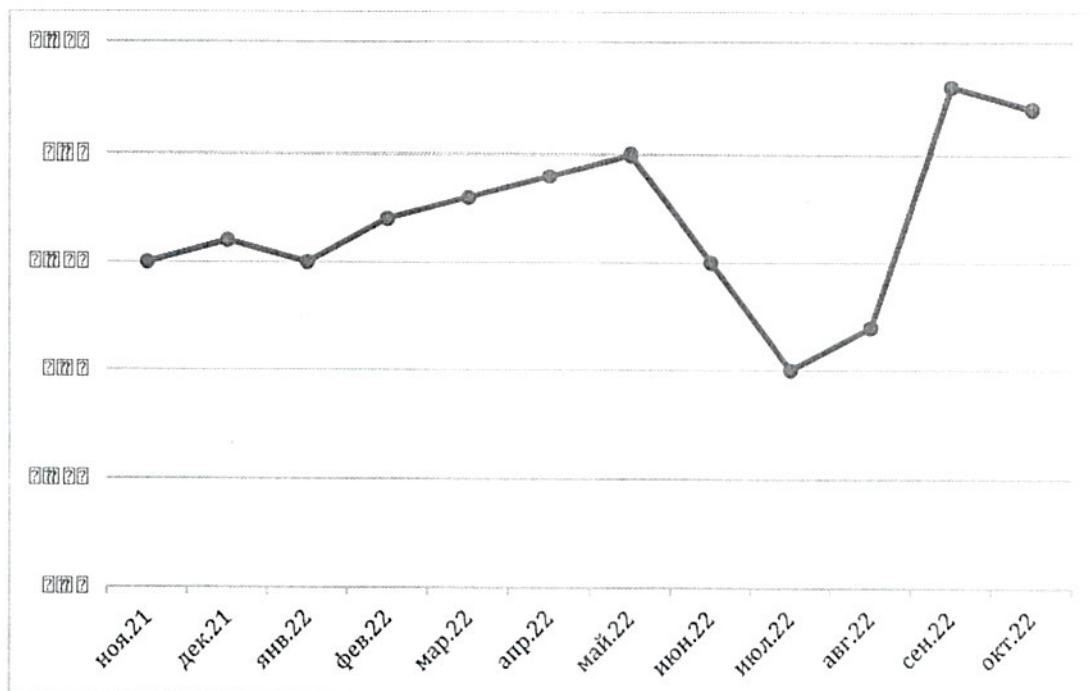


Рисунок 7 – Годовая динамика выбросов диоксида серы от автотранспорта (т/г)

#### Формальдегид.

В динамике распределения загрязнителя за годовой период (рисунок 8) не наблюдалось резких перепадов концентраций имеющегося вещества. Зависимость от сезона также прослеживается. Пик графика приходится на сентябрь и составляет 0,0068 т/г, минимальный пришелся на июль и составил 0,0055 т/г.

#### Бензапирен.

Выброс данного вещества имеет самый малый количественный показатель из всех представленных в исследовании. Полученные данные по бензапирену (рисунок 9) также выходят рамки сезонности и имеют скачкообразные перепады. Максимальные значения наблюдаются в сентябре и октябре, минимальные зафиксированы в летний период.

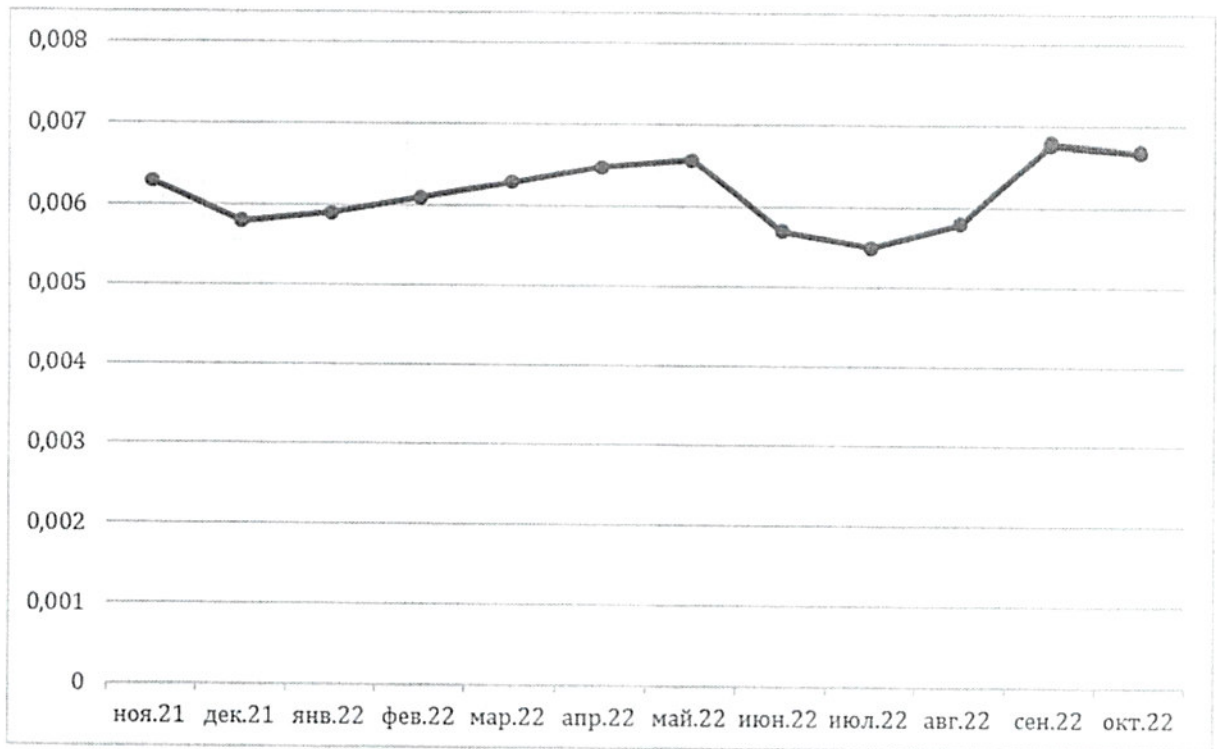


Рисунок 8 – Годовая динамика выбросов формальдегида от автотранспорта (т/г)

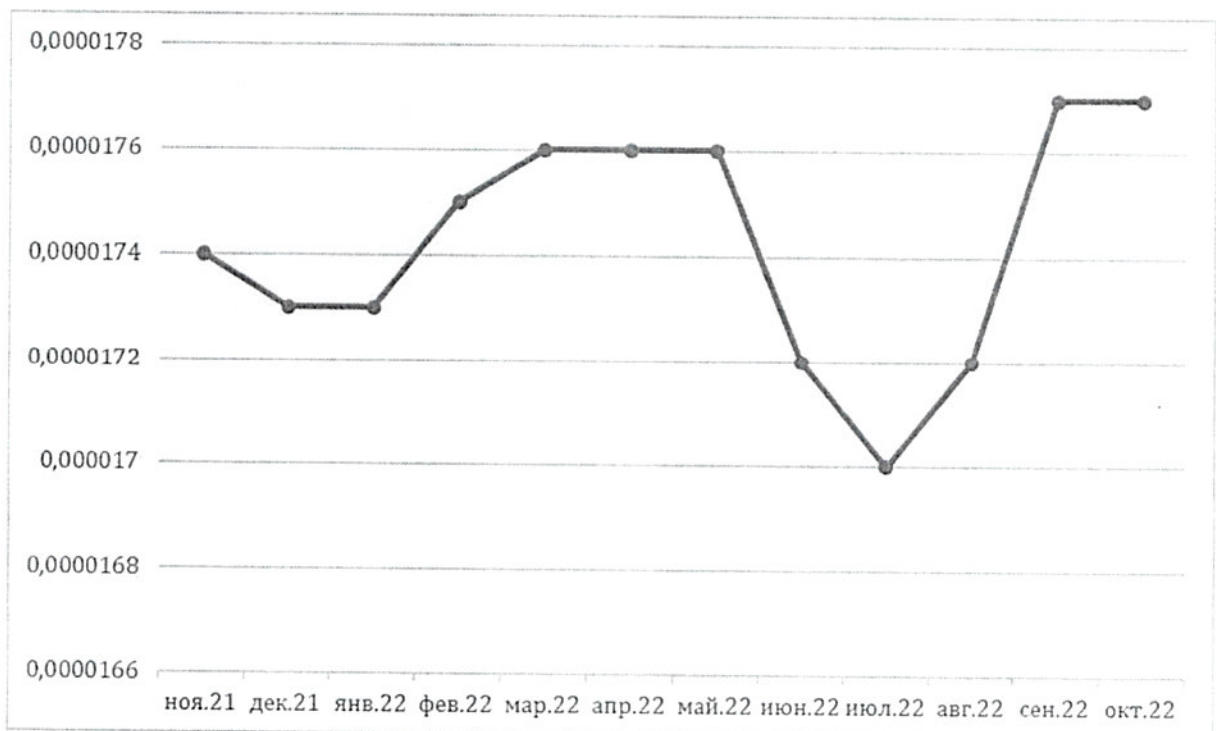


Рисунок 9 – Годовая динамика выбросов бензапирена от автотранспорта (т/г)

Давайте рассмотрим и проанализируем распределение уровня загрязнения поллютантами на перекрестках и малых дорогах.



Оксид углерода.

По данным картографирования среднегодового выброса автомобильным транспортом оксида углерода (приложение 1, рисунок 1.1), большая его концентрация приходится на такие перекрестки, как Пр. Победы – ул. Молодогвардейцев (24,9 т/г) и Свердловский тр. – Комсомольский пр. (23,4 т/г), наименьшая же концентрация наблюдается на ул. Шлюзовой и составляет 0,1 т/г.

Оксид азота.

Согласно картированию среднегодовых выбросов оксида азота автомобильным транспортом (приложение 1, рисунок 1.2), наибольшая его концентрация приходится на те же перекрестки: пр. Победы – ул. Молодогвардейцев (14 т/г) и Свердловский тр. – Комсомольский пр. (12,7 т/г), наименьшая концентрация также наблюдается на ул. Шлюзовой и составляет 0,1 т/г.

Углеводороды.

Исходя из данных картографирования, загрязнение атмосферного воздуха углеводородами (приложение 1, рисунок 1.3) имело схожую динамику с ранее упомянутыми поллютантами. Общая тенденция сохраняется.

Сажа.

Согласно картографированию среднегодовых выбросов сажи автомобильным транспортом (приложение 1, рисунок 1.4), наибольшая концентрация его приходится на такие перекрестки, как пр. Победы – ул. Молодогвардейцев (2,5 т/г), Свердловский тр. – Комсомольский пр. (2,4 т/г), Комсомольский пр. – ул. Чайковского (2,3 т/г) и Свердловский тр. – Комсомольский пр., наименьшая концентрация также наблюдается на ул. Шлюзовой и составляет 0,1 т/кг.

Диоксид серы.

Судя по картографическим данным, загрязнение атмосферного воздуха углеводородами (приложение 1, рисунок 1.5) основная

концентрация также приходится на самый оживленный перекресток пр. Победы – ул. Молодогвардейцев и составляет 0,3 т/г, наименьшая же концентрация также, как и в ситуации с ранее упомянутыми поллютантами, приходится на малые дороги.

Формальдегид.

По данным картографирования, загрязнения формальдегидом (приложение 1, рисунок 1.6) не наблюдается резких перепадов концентраций имеющегося вещества, но также прослеживается повышенная концентрация на перекрестках.

Бензапирен.

По данным картографирования бензапирена (приложение 1, рисунок 1.7), также можно сделать вывод о том, что его концентрация на перекрестках с интенсивным движением выше, чем на малых дорогах.

Все рассмотренные загрязняющие вещества в период с 01.11.2021 г. по 01.11.2022 г. имеют общую динамику загрязнения. Четко прослеживается зависимость количества выбросов от времени суток и сезона.

Снижение интенсивности загрязнения происходит в вечернее время.

Также снижение интенсивности загрязнения приходится на этапы неблагоприятных климатических условий в зимний период, и на летний период. Данные периоды характеризуются уменьшением автопарка города.

Распределение поллютантов на малых и больших дорогах так же имеют сезонный и суточный характер. Отличие только в концентрациях. Крупные очаги загрязнения формируются на перекрестках. Места наименьшей концентрации выбросов – малые дороги.

Далее приведём значения годовых выбросов (тыс. тонн) с отслеживаемых дорог. Суммарный выброс от автотранспорта в зоне наблюдаемых дорог за отслеживаемый год – 512,3921 т. .

Для каждого загрязняющего вещества в отдельности среднее количество выбросов составляет:

– монооксид углерода – 261,6 т/г;



- оксид азота – 144,5 т/г;
- углеводороды – 69,7 т/г;
- сажа – 33,22 т/г;
- диоксид серы – 3,3 т/г;
- формальдегид – 0,0719 т/г;
- бензапирен – 0,0002079 т/г.

Таким образом, вклад автомобильного транспорта в общее загрязнение атмосферного пространства городской среды монооксидом углерода, оксидом азота, группой углеводородов достаточно значителен.

Вклад автомобильного транспорта в ухудшение качественного состава воздушной среды г. Челябинска во многом недооценен.

Стоит отметить, что по сравнению с другими, выбранный район не является самым оживленным. В г. Челябинске много районов с более интенсивным движением транспорта. Следовательно, в данных районах выбросы еще выше на более крупных перекрестках.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Курчатовский район занимает обширную территорию г. Челябинска. Через этот район проходит множество автомагистралей. Большие очаги загрязнения образуются на перекрестках, это связано с постоянным движением транспорта на этих дорогах. Места с наименьшей концентрацией выбросов – это небольшие дороги. По каждому загрязнителю в отдельности среднее количество выбросов составило: монооксид углерода – 261,6 т/г; монооксид азота – 144,5 т/г; углеводороды – 69,7 т/г; сажа – 33,22 т/г; диоксид серы – 3,3 т/г; формальдегид – 0,0719 т/г; бензапирен – 0,0002079 т/г. Согласно результатам исследования, в этом районе наблюдается высокая степень загрязнения воздуха. Анализируя динамику количества выбросов, мы можем прийти к выводу, что количество выбросов частично зависит от времени суток, так утром их количество немного выше, чем вечером, потому что, на мой взгляд, люди приходят на работу, учебу примерно в одно и то же время, а вот уезд растягивается.

Учитывая тот факт, что г. Челябинск является одним из крупнейших промышленных городов России, промышленные предприятия считаются основными источниками загрязнения. По официальным данным Министерства экологии, доля загрязнения атмосферного воздуха в городе от промышленных предприятий составляет 56 %, следовательно, 44 % загрязняющих веществ поступает в атмосферный воздух от мобильных источников загрязнения, то есть автотранспортных средств. Данные нашего исследования показывают, что транспорт вносит значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха и в будущем его следует изучать более глубоко, а именно выбросы от автотранспорта, поскольку выбросы от промышленных предприятий происходят в промышленных зонах, по высоким трубам, рассеиваемые ветром, автомобильные выбросы загрязняют воздух на самом высоком уровне. Уровень находится на высоте



60–90 см от поверхности земли, что оказывает более пагубное воздействие на здоровье человека. Поэтому так важно фиксировать и мониторить выбросы в атмосферу, исходящие именно от автотранспорта.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Барабанова О. А. Экология / О. А. Барабанова, И. Н. Безкоровайная, Н. И. Хахалева. – Красноярск : [б. и.], 2010. – 325 с. : ил.
2. Белюченко И. С. Экологическое картографирование : учеб.-метод. пособие / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 117 с.
3. Боков В. А. Экологическое картографирование : учеб.-метод. пособие / В. А. Боков. – Симферополь : АРИАЛ, 2016. – 238 с.
4. Вся экология // Методы мониторинга атмосферного воздуха : [сайт]. – 2020. – URL: <https://есоportal.su/public/atmosphere/view/495.html> (дата обращения: 22.09.2022).
5. ГОСТ Р 5.6.162-2019. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории : дата введения 2020-01-01. / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Атмосфера, 2019. – 15 с.
6. Загрязнение атмосферного воздуха // Энергосети России : [сайт]. – 2020. – URL: <https://energoseti.ru/publ/atmospheric-air-pollution> (дата обращения: 22.05.2022).
7. Загрязнение атмосферного воздуха: источники и причины загрязнения // Моргаушский муниципальный орган : [сайт]. – 2023. – URL: <https://morgau.sar.ru/news> (дата обращения: 10.03.2023).
8. Игнатьева Л. П. Гигиена атмосферного воздуха : учеб.-метод. пособие / Л. П. Игнатьева. – Иркутск : ИГМУ, 2015. – 79 с.
9. Картографирование загрязнения атмосферы // Студенческая библиотека онлайн : [сайт]. – 2019. – URL: <https://studfile.net/preview> (дата обращения: 01.04.2022).



10. Кирсанов Ю. Г. Оценка воздействия выбросов вредных веществ на атмосферный воздух : учеб.-метод. пособие / Ю. Г. Кирсанов. – Екатеринбург : УрФУ, 2018. – 110 с.

11. Петрова Н. В. Мониторинг среды обитания : учеб.-метод. пособие / Н. В. Петрова. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – 134 с.

12. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды : Федеральный закон № 7-ФЗ : [принят Государственной Думой 10 янв. 2002 г. : одобрен Советом Федерации 10 янв. 2002 г.]. – Москва : Пр. ; Санкт-Петербург : Кодекс, 2021. – 87 с.

13. Стурман В. И. Экологическое картографирование : учеб.-метод. пособие / В. И. Стурман. – Москва : Аспект Пресс, 2003. – 251 с.

14. Эко – регион // Угроза существованию человечества – загрязнение окружающей среды: [сайт]. – 2023. – URL: <https://этна-регионы.рф/problemu/istochniki-zagryazneniya-estestvennye-i-iskusstvennye.html> (дата обращения: 11.03.2023).













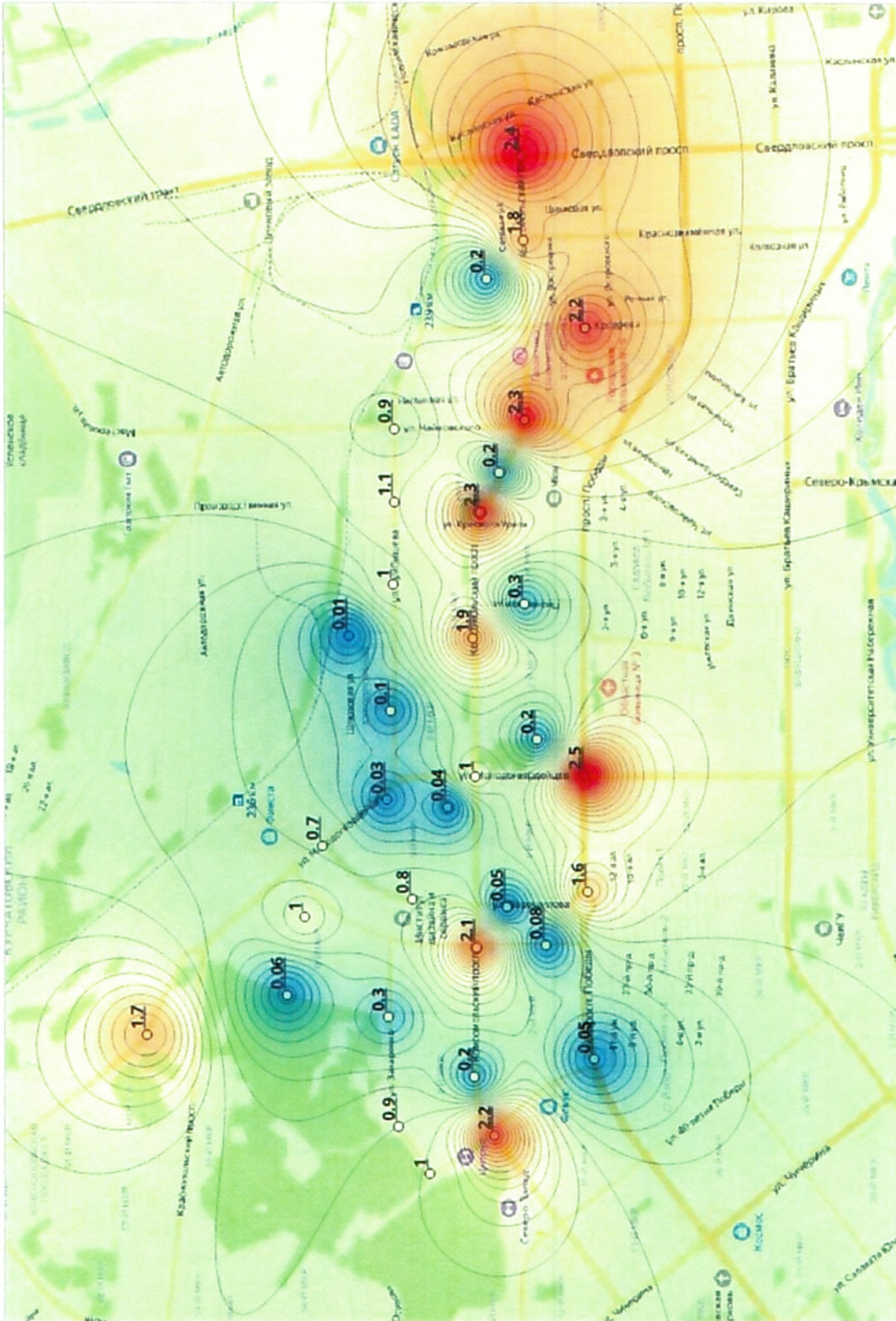


Рисунок 1.4 – Картограмма среднегодового выброса  
автомобильным транспортом сажи





Рисунок 1.5 – Картограмма среднегодового выброса автомобильным транспортом диоксида серы



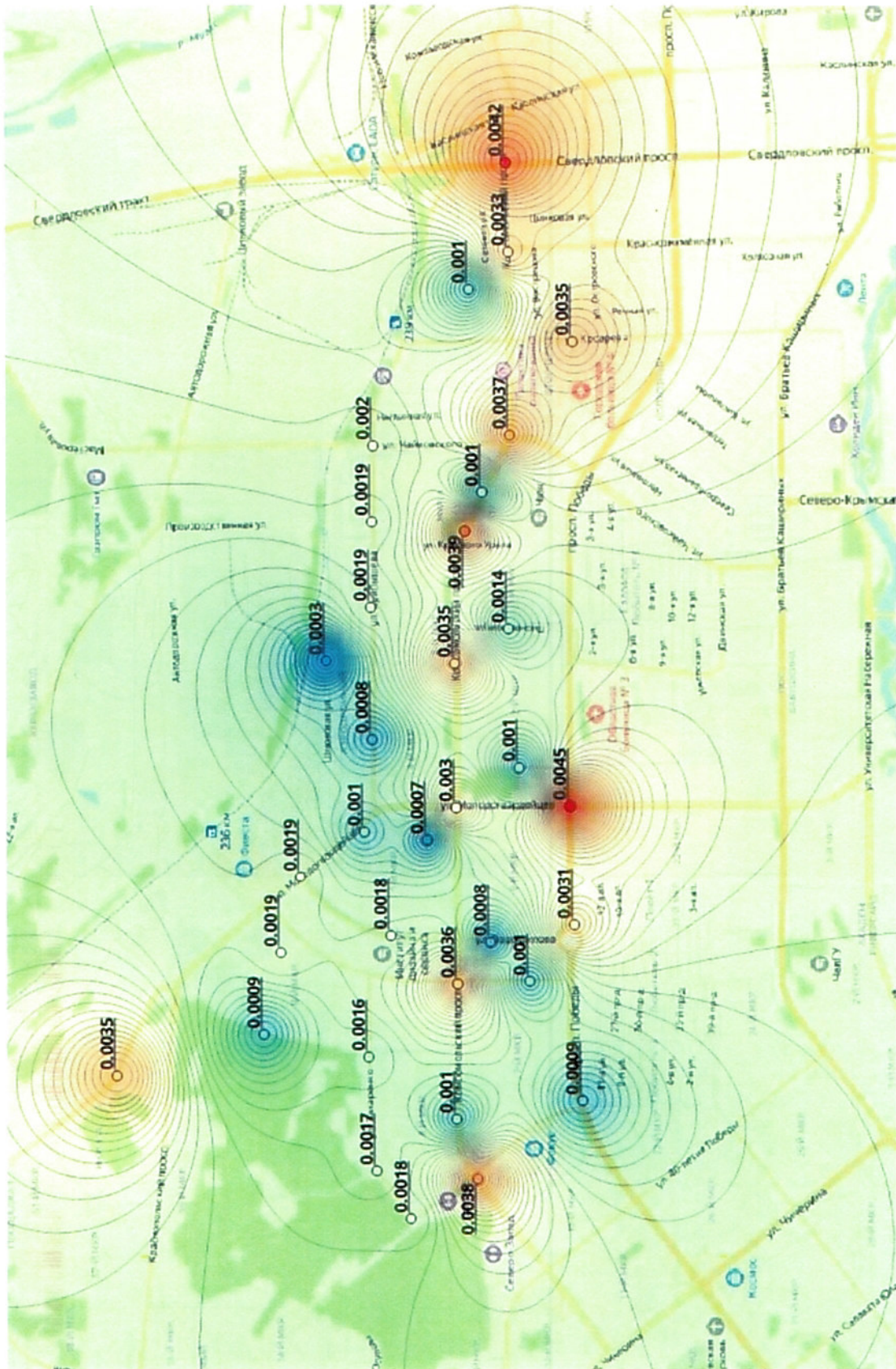


Рисунок 1.6 – Картограмма среднегодового выброса  
автомобильным транспортом формальдегида



