

УДК 628.511.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ В ВОЗДУХЕ ПРИМАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДОРОГ ГОРОДСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ОТ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ

Азаров В.Н.¹, Иванова Ю.П.², Иванова О.О.³, Добринская А.А.⁴, Соловьева Т.В.⁵
Евдокимов Е.Е.⁶, Зимницкая А.О.⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Волгоградский государственный технический университет
400005, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28; e-mail: ¹azarovpubl@mail.ru, ²ypi26@mail.ru, ³dokuch26@mail.ru,
⁴sax.nastya@yandex.ru, ⁵tatianasolovyova2010@yandex.ru, ⁶smat_b101@rambler.ru, ⁷ivanova200607@mail.ru

Аннотация. В статье представлено комплексное исследование влияния факторов, определяющих концентрацию и распространение мелкодисперсной пыли (частиц с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм, PM₁₀, и менее 2.5 мкм, PM_{2.5}) на дорогах городского значения, с акцентом на примагистральные территории. Рассмотрены десять ключевых факторов, влияющих на формирование, перенос и осаждение мелкодисперсной пыли, включая метеорологические условия (скорость и направление ветра, влажность, температура), интенсивность транспортного потока, типы транспортных средств. В работе проанализированы концентрации мелкодисперсной пыли в атмосфере вблизи дорог городского значения. Представлен перечень дендрологического состава, используемого при озеленении на примагистральных территориях города.

Цель. Исследовать зависимость концентрации мелкодисперсной пыли (PM_{2.5}, PM₁₀) в атмосферном воздухе примагистральных территорий дорог городского значения от ряда факторов включающих в себя как метеорологические параметры, так и параметры дорожно-транспортной сети (продольный уклон, интенсивность транспортного потока и т.д.).

Методы. Для определения концентрации мелкодисперсной пыли PM_{2.5}, PM₁₀ проводились экспериментальные исследования на примагистральных территориях дорог городского значения. С обработкой полученных параметров по программе STATISTIKA 10.

Результаты. Учет метеорологических факторов, таких как скорость и направление ветра, позволяет прогнозировать периоды повышенного загрязнения и разрабатывать адаптивные меры, например, временные ограничения движения грузового транспорт.

Ключевые слова: линейный город, автомобильный транспорт, загрязняющие вещества, мелкодисперсная пыль, дендрологический состав, примагистральные территории.

ВВЕДЕНИЕ

Мелкодисперсная пыль (PM₁₀ и PM_{2.5}) является одним из ключевых загрязнителей атмосферного воздуха в городских условиях, оказывая значительное воздействие на здоровье населения, экологическую устойчивость и качество городской среды [1]. Магистрали городского значения, характеризующиеся высокой интенсивностью транспортного потока и сложной структурой прилегающих территорий, выступают важными источниками эмиссии мелкодисперсной пыли [2, 3]. Формирование, перенос и осаждение таких частиц зависят от множества факторов, включая метеорологические условия, характеристики дорожного покрытия, типы используемых транспортных средств, а также особенности городской инфраструктуры и антропогенной деятельности [4, 5]. Несмотря на значимость проблемы, комплексные исследования, охватывающие взаимодействие различных факторов, влияющих на концентрацию мелкодисперсной пыли вблизи дорог городского значения, остаются недостаточно представленными в научной литературе.

Настоящая статья посвящена анализу влияния ключевых факторов, определяющих уровень загрязнения мелкодисперсной пылью на примагистральных территориях. Основное внимание уделено оценке концентраций мелкодисперсных фракций PM₁₀ и PM_{2.5} в воздушной среде примагистральных территорий, их пространственно-временной динамике и взаимосвязям с факторами окружающей среды и урбанистическими характеристиками. Исследование базируется на сочетании натуральных измерений, математического моделирования и статистического анализа, что позволяет выявить основные факторы, влияющие на концентрацию мелкодисперсных частиц в воздухе примагистральных территорий, и предложить научно обоснованные рекомендации по ее минимизации. Результаты работы направлены на разработку эффективных мер по улучшению качества воздуха в городах, что имеет особое значение для обеспечения экологической безопасности урбанизированной территории и здоровья населения.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ; МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Проведенный обзор научной литературы, включающий работы российских и зарубежных авторов, посвященных влиянию выбросов автотранспорта на экологическую обстановку городских территорий, а также результаты гигиенических исследований их воздействия на здоровье человека, позволил выделить мелкодисперсную пыль (частицы с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм — PM_{10} и менее 2.5 мкм — $PM_{2.5}$) как один из ключевых негативных факторов антропогенного происхождения. Мелкодисперсная пыль, формируемая в результате выбросов автотранспорта, представляет собой регулируемый фактор загрязнения атмосферного воздуха, который оказывает значительное влияние на качество городской среды и здоровье населения [6-8].

Автотранспорт является одним из основных источников эмиссии мелкодисперсной пыли в городах, где интенсивное движение, особенно на магистралях городского значения, способствует генерации частиц как непосредственно из выхлопных газов, так и в результате истирания дорожного покрытия, шин и тормозных систем [9]. Кроме того, вторичные процессы, такие как например ресуспензия пыли с дорожного полотна под воздействием воздушных потоков от движущихся транспортных средств, существенно увеличивают концентрацию PM_{10} и $PM_{2.5}$ в примагистральных зонах [10]. Многочисленные исследования, проведенные в России и за рубежом, подчеркивают, что мелкодисперсная пыль обладает высокой проникающей способностью, оседая в дыхательных путях и легких человека, что приводит к развитию респираторных, сердечно-сосудистых и других заболеваний, включая хронические патологии и онкологические процессы. Особую опасность представляют частицы $PM_{2.5}$, которые способны проникать в альвеолы и кровоток, вызывая системные воспалительные реакции [11].

В рамках анализа работ российских исследователей [1-11, 16] подчеркивается значимость локальных метеорологических факторов (скорость и направление ветра, влажность, температура) и особенностей городской застройки, влияющих на дисперсию и осаждение мелкодисперсной пыли. Зарубежные исследования [12-15], в свою очередь, акцентируют внимание на роли технологических характеристик автотранспорта, включая тип двигателя (дизельный, бензиновый, электрический) и состав топлива, а также эффективности систем фильтрации выхлопных газов. Гигиенические исследования подтверждают корреляцию между повышенными концентрациями PM_{10} и $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе и увеличением заболеваемости среди населения, особенно в группах риска, таких как дети, пожилые люди и лица с хроническими заболеваниями дыхательной системы [7, 12].

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данного исследования является комплексный анализ зависимости концентраций мелкодисперсной пыли ($PM_{2.5}$, PM_{10}) и в атмосферном воздухе примагистральных территорий дорог городского значения от ключевых факторов, включая продольный уклон дорожного полотна, интенсивность транспортного потока, метеорологические условия. Результаты работы призваны способствовать совершенствованию стратегий управления качеством воздуха, оптимизации транспортной инфраструктуры и минимизации антропогенного загрязнения в урбанизированных территориях.

Для достижения поставленной цели в рамках исследования решаются следующие задачи:

1. Сбор и анализ данных о концентрациях мелкодисперсных фракций пыли:
 - Провести измерения концентраций частиц $PM_{2.5}$, PM_{10} на выбранных участках дорог городского значения с использованием высокоточных методов мониторинга
2. Изучение влияния основных факторов:
 - Исследовать зависимость концентраций частиц $PM_{2.5}$, PM_{10} в воздухе примагистральных территорий от основных факторов: L — длина участка дороги (км); J_1 — интенсивность движения легковых автомобилей (авт/час); J_2 — интенсивность движения грузовых автомобилей (авт/час); V_a — средняя скорость движения транспортного потока (км/час); α — продольный уклон проезжей части (градусы); φ — относительная влажность воздуха (%); t — температура воздуха ($^{\circ}C$); V_v — скорость ветра (м/с); θ — угол направления ветра относительно дороги (градусы); Q — атмосферное давление (мм рт. ст.).

◦ Оценить вклад каждого фактора в формирование концентраций пыли, используя статистические методы (множественный регрессионный анализ, корреляционный анализ).

Решение поставленных задач позволит не только углубить понимание механизмов распространения мелкодисперсной пыли в условиях городской среды, но и создать основу для

разработки эффективных мер по снижению антропогенного воздействия на экосистемы и здоровье населения, способствуя повышению экологической безопасности и качества жизни в городах.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

В рамках исследования была проведена всесторонняя оценка зависимости концентраций мелкодисперсной пыли ($PM_{2.5}$, mg/m^3 , PM_{10} , mg/m^3) в воздухе прилегающих территорий от ключевых факторов, определяющих уровень загрязнения атмосферного воздуха вблизи дорог городского значения. Исходные данные собраны в ходе натурных исследований, в рамках которых в 8 районах Волгограда на прилегающих территориях было отобрано 95 точек для измерения концентрации мелкодисперсной пыли. Количество точек для замеров определено для обеспечения доверительной вероятности $\alpha=0,05$, что потребовало проведения измерений в 95 мониторинговых точках с трехкратным повторением контрольных замеров [13].

В статье рассматриваются магистрали городского значения, включая улицы Рокоссовского, проспекты Ленина, Жукова, Университетский, Рабоче-Крестьянскую, Лазоревую, Череповецкую, проспект Героев Сталинграда, Третью Продольную и другие. Селитебные территории вдоль этих улиц преимущественно застроены жилыми домами высотой 5–9 этажей, а также включают частный сектор. Дорожное покрытие выполнено из асфальта. Газозащитные зеленые зоны (ГЗЗ) сформированы одно-четырёхрядными посадками деревьев и кустарников, преимущественно включающих такие виды, как тополь пирамидальный, тополь Болле, тополь бальзамический, вяз, клен раскидистый, клен канадский, акация белая, сирень, каштан конский, бирючина обыкновенная, дуб черенчатый, реже встречаются хвойные породы древесно-кустарниковой растительности [14]. Диапазон изменения параметров представлен в табл. 1.

Указанные факторы включают как характеристики транспортной инфраструктуры и интенсивности движения, так и метеорологические параметры, оказывающие влияние на формирование, дисперсию и осаждение пылевых частиц [15–17]. Рассмотренные факторы включают:

1. L — длина участка дороги, км: Длина исследуемого участка дороги является важным параметром, определяющим протяженность зоны воздействия транспортных выбросов. Более длинные участки могут способствовать накоплению пыли в прилегающих зонах, особенно в условиях ограниченной вентиляции, например, в городских каньонах.

2. J_1 — интенсивность движения легковых автомобилей, авт/час: Интенсивность потока легковых автомобилей существенно влияет на эмиссию мелкодисперсной пыли, особенно $PM_{2.5}$, за счет выхлопных газов и истирания шин. Высокая плотность движения легкового транспорта коррелирует с увеличением концентрации частиц в воздухе.

3. J_2 — интенсивность движения грузовых автомобилей, авт/час: Грузовые автомобили, особенно с дизельными двигателями, являются значительным источником $PM_{2.5}$ и PM_{10} , так как их выхлопные газы содержат большое количество ультрамелких частиц, а износ шин и тормозных систем усиливает пылеобразование.

4. V_a — средняя скорость движения транспортного потока, км/час: Скорость движения влияет на ресуспензию пыли с дорожного покрытия и турбулентные потоки, создаваемые движением транспорта. Более высокие скорости могут усиливать поднятие пыли в воздух, тогда как низкие скорости, характерные для пробок, увеличивают концентрацию выхлопных частиц.

5. α — продольный уклон проезжей части, градусы: Уклон дороги влияет на режим работы двигателей транспортных средств. На подъемах возрастает нагрузка на двигатель, что увеличивает выбросы мелкодисперсной пыли, особенно от грузовых автомобилей.

6. ϕ — относительная влажность воздуха, %: Влажность воздуха играет ключевую роль в процессах осаждения пыли. Высокая влажность способствует агломерации частиц, что может снижать концентрацию $PM_{2.5}$ и PM_{10} в воздухе за счет их осаждения, тогда как низкая влажность усиливает ресуспензию пыли.

7. t — температура воздуха, °C: Температура влияет на физико-химические процессы в атмосфере, включая образование вторичных аэрозолей, которые составляют значительную долю $PM_{2.5}$. Высокие температуры могут усиливать фотохимические реакции, увеличивая концентрацию мелкодисперсной пыли.

8. V_v — скорость ветра, м/с: Скорость ветра определяет интенсивность дисперсии пылевых частиц. Сильный ветер способствует рассеиванию $PM_{2.5}$ и PM_{10} , снижая их концентрацию вблизи дороги, тогда как слабый ветер или штиль приводит к накоплению загрязнителей.

9. θ — угол направления ветра относительно дороги, градусы: Направление ветра относительно оси дороги влияет на траекторию переноса пыли. Перпендикулярный ветер может эффективно выносить частицы из зоны дороги, тогда как параллельный ветер способствует их концентрации вдоль трассы.

10. Q — атмосферное давление, мм рт. ст.: Давление влияет на плотность воздуха и, как следствие, на динамику осаждения и переноса пылевых частиц. Низкое давление, характерное для циклонов, может усиливать турбулентность и перемешивание воздуха, увеличивая концентрацию $PM_{2.5}$ и PM_{10} в приземном слое.

Для анализа зависимостей была применена модель множественной линейной регрессии, которая позволила количественно описать влияние каждого из факторов на концентрации мелкодисперсных частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10} . Выбор линейной регрессии был обусловлен предварительным анализом данных, который показал, что зависимости между исследуемыми переменными в большинстве случаев носят линейный характер, что делает данную модель подходящей для описания наблюдаемых закономерностей [18, 19].

Таблица 1.
Таблица для нормирования значений факторов (дороги городского значения)

Фактор	Диапазон изменений	Интервал варьирования Δx	Середина диапазона x_{cp}
L — длина участка, км;	0,30-0,60	0,15	0,45
J_1 — интенсивность легковых автомобилей, авт/час;	1500-2500	500	2000
J_2 — интенсивность грузовых автомобилей, авт/час;	300-1200	450	750
V_a — средняя скорость движения транспортного потока, км/час;	40-60	10	50
α — продольный уклон проезжей части, градусы;	2-4	1	3
φ — относительная влажность воздуха, %;	20-45	12,5	32,5
t — температура воздуха, $^{\circ}C$;	25-32	3,5	28,5
V_v — скорость ветра, м/с;	3-8	2,5	5,5
θ — угол направления ветра к дороге, в градусах;	35-90	27,5	62,5
Q — атмосферное давление, мм. рт. ст.;	742-752	5	747
$PM_{2.5}$ — концентрация пыли, mg/m^3 ;	11,3-19,5	4,1	15,4
PM_{10} — концентрация пыли, mg/m^3 ;	53,6-148,9	47,65	101,25
$P_{сум}$ — суммарная концентрация взвешенных твердых частиц, mg/m^3 .	76,1-183,8	53,85	129,95

Для проведения исследования зависимости концентраций частиц мелкодисперсной пыли ($PM_{2.5}$, PM_{10}) в атмосферном воздухе приагостральных территорий дорог от десяти факторов была сформирована выборка, включающая 29 измерений. Объем выборки был определен на основе предварительного анализа, учитывающего вариабельность исследуемых параметров и требования к

статистической достоверности результатов. Измерения проводились на различных участках дорог городского значения, с учетом различий в интенсивности транспортного потока, уклона проезжей части и метеорологических условий, чтобы обеспечить репрезентативность данных. Все коэффициенты полученных уравнений регрессии были проверены на значимость с помощью *t*-критерия Стьюдента при уровне значимости, равном 0,05, а так же для каждого уравнения вычислен множественный коэффициент корреляции, характеризующий тесноту связи между зависимой переменной и всеми остальными факторами. Во всех уравнениях регрессии включены только значимые коэффициенты. Кроме того, проверялось общее качество каждого полученного уравнения регрессии. Оценка адекватности уравнений множественной регрессии осуществлялась на основе *F*-критерия Фишера при уровне значимости, равном 0,05. По каждой выборке рассчитывалось фактическое значение *F*-критерия, которое сравнивалось с критическим значением *F*-распределения. Результаты проверки показаны в табл. 2 для дорог городского значения. Полученные уравнения регрессии и соответствующие им коэффициенты корреляции указаны в табл. 3.

Таблица 2.
Проверка адекватности уравнения регрессии на основе *F*-критерия Фишера

Значение дорог	Концентрация пыли	Объем выборки	Фактическое значение <i>F</i> -критерия	Критическое значение <i>F</i> -распределения
Городского	PM _{2,5}	29	F(10,18) = 8,562	F _{кр} = 2,412
	PM ₁₀		F(10,18) = 10,179	
	P _{сум}		F(10,18) = 11,702	

Таблица 3.
Линейные уравнения регрессии для дорог городского значения (уравнения приведены в нормированных величинах)

Уравнения регрессии	Коэффициент корреляции <i>R</i>
$Y_1 = 0,08458 + 0,007273x_4 - 0,004225x_5 + 0,00798x_{10} + 0,00263x_9 - 0,00306x_7$	0,89
$Y_2 = 0,347356 - 0,008987x_1 - 0,015524x_2 - 0,129003x_6 + 0,016027x_9$	0,92
$Y_3 = 0,282408 + 0,007803x_3 - 0,008889x_5 - 0,065825x_6 - 0,009822x_7$	0,86

ВЫВОДЫ

Таким образом, для дорог городского значения значимыми являются следующие факторы:

- для концентрации пыли PM_{2,5} — средняя скорость движения транспортного потока, продольный уклон проезжей части, атмосферное давление, температура воздуха;
- для концентрации пыли PM₁₀ — длина участка, интенсивность легковых автомобилей, относительная влажность воздуха, угол ветра к дороге;

Анализ результатов показал, что к основным влияющим факторам на концентрацию частиц PM_{2,5} в воздухе примагистральных территорий на бордюре проезжей части для дорог городского значения являются скорость ветра, давление, продольный уклон дороги. А для PM₁₀ более значимыми являются факторы, такими как интенсивность движения и длина участка дороги, а также влажность, влияющая на оседание твердых частиц или мелкодисперсной пыли.

Таким образом можно сделать вывод, что наиболее значимыми факторами из исследуемых, влияющих на концентрацию PM_{2,5} в атмосферном воздухе на бордюре проезжей части для дорог городского значения являются скорость ветра, атмосферное давление, продольный уклон дороги.

Полученные результаты имеют важное практическое значение для управления качеством воздуха в городской среде. Учет метеорологических факторов, таких как скорость и направление ветра, позволяет прогнозировать периоды повышенного загрязнения и разрабатывать адаптивные меры, например, временные ограничения движения грузового транспорта.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для углубления понимания механизмов пылевого загрязнения рекомендуется расширить выборку измерений, включив дополнительные типы дорог и сезоны, а также провести анализ

химического состава частиц $PM_{2.5}$ и PM_{10} для выявления их источников. Кроме того, дальнейшие исследования могут быть направлены на моделирование взаимодействия факторов в условиях сложной городской застройки и разработку интегрированных систем мониторинга в реальном времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азаров, В.Н. Нормирование PM_{10} и $PM_{2.5}$ как социальный стандарт качества жизни в районах расположения предприятий стройиндустрии / В.Н. Азаров, И.В. Тертишников, Н.А. Маринин // Жилищное строительство. – 2012. – № 3. – С. 20-23.
2. Азаров, В.Н. Повышение экологической безопасности стройиндустрии совершенствованием систем обеспыливания с использованием комплексного дисперсионного анализа пылевых выбросов / В.Н. Азаров, С.А. Кошкарёв // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2016. – Вып. 43(62). – С. 161—174.
3. Макарова, Н.В., Трофимец, В.Я. Статистика в Excel: Учеб. пособие / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 368 с.
4. Иванова, Ю.П. Dispersion analysis of carbon monoxide concentrations in the cities atmospheric air / Ю. П. Иванова, Е. А. Соколова, В.Н. Азаров, Е.В. Мартынова // E3S Web of Conferences. – Vol. 138: International Scientific Conference
5. Ганжа, О.А., Иванова Ю. П. Оценка факторов антропогенного воздействия на экологическое состояние урбанизированных территорий / О.А. Ганжа, Ю.П. Иванова // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. – 2012. – Вып. 27(46). – С. 187—189.
6. Азаров, В.Н. Исследование скорости оседания кремниевой пыли методом VFB / В.Н. Азаров, Д.Р. Добринский, А.А. Сахарова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. – 2020. – Вып. 4 (81). – С. 127-138.
7. Сахарова, А.А. Исследование особенностей органоминеральных минералов как источника пылевого загрязнения воздушной среды / А.А. Сахарова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. – 2019. – Вып. 2 (75). – С. 215-223.
8. Сидельникова, О.П. Зависимость концентрации мелкодисперсной пыли на бордюре проезжей части от воздействия внешних факторов / О.П. Сидельникова, Ю.П. Иванова, О.О. Иванова, А.А. Сахарова, Р.А. Лясин, М.Д. Азарова // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 9. – 7 с. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/%20n9y2022/7882>
9. Иванова, Ю.П. Основные факторы, влияющие на концентрацию мелкодисперсной пыли на придорожных территориях линейного города / Ю.П. Иванова, Т.В. Соловьева, А.А. Сахарова, О.О. Иванова, Д.М. Лепехина, О.П. Сидельникова // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 8. – 8 с. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2022/7874>
10. Иванова, Ю.П. Проверка применимости закона распределения мелкодисперсной пыли для различных категорий дорог / Ю.П. Иванова, Е.О. Брызгина, Т.В. Соловьева, А.А. Сахарова, О.О. Иванова, М.Д. Азарова // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 9. – 11 с. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/%20n9y2022/7885>
11. Сахарова, А.А. Исследование аэродинамических и физико-химических характеристик пыли опоки, применяемых в строительстве / А.А. Сахарова, В.Н. Азаров // Строительство и реконструкция. – 2019. – № 2 (82). – С. 106-115.
12. Pope, C. A. III. Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect / C. A. Pope, , III, & D. W. Dockery // Journal of the Air & Waste Management Association. – 56(6). – 709–742. DOI: 10.1080/10473289.2006.10464485
13. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] / Н. Ш. Кремер. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 543 с.
14. Иванова, Ю. П. Повышение экологической безопасности линейного города при уменьшении воздействия оксида углерода и шума (на примере г. Волгограда) [Текст] : дис. ... к-та техн. наук / Иванова Ю.П. – Волгоград, 2021. – 174 с.
15. Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2016). Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change (3rd ed.). Hoboken, NJ: Wiley. ISBN: 978-1-118-94740-1

16. World Health Organization (WHO). (2021). WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: WHO. ISBN: 978-92-4-003422-8

17. Zhang, K., & Batterman, S. (2013). Air pollution and health risks due to vehicle traffic. *Science of the Total Environment*, 450–451, 307–316. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.01.074

18. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: : издание официальное : утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 28.01.2021 : введен 29.01.2021.

19. Семенов, М. Ю. Экологические аспекты пылевого загрязнения вблизи городских магистралей / М.Ю. Семенов, Е.Л. Иванова // Вестник МГТУ. – 2022. – №25(2), – С. 89–97.

INVESTIGATION OF THE DEPENDENCE OF THE CONCENTRATION OF FINE DUST IN THE AIR OF MAINLINE TERRITORIES OF URBAN ROADS ON INFLUENCING FACTORS

¹Azarov V.N., ²Ivanova Yu.P., ³Ivanova O.O., ⁴Dobrinskaya A.A., ⁵Evdokimov E.E.,
⁶Solovieva T.V., ⁷Zimnitskaya A.O.

^{1,2,3,4,5,6,7} Volgograd State Technical University, Volgograd

Annotation. The article presents a comprehensive study of the influence of factors that determine the concentration and distribution of fine dust (particles with an aerodynamic diameter of less than 10 µm, PM₁₀, and less than 2.5 µm, PM_{2.5}) on urban roads, with a focus on the areas adjacent to highways. The article examines ten key factors that affect the formation, transport, and deposition of fine dust, including meteorological conditions (wind speed and direction, humidity, and temperature), traffic intensity, and vehicle types. The paper analyzes the concentrations of fine dust in the atmosphere near urban roads. It presents a list of the dendrological composition used in landscaping in the city's near-road areas.

Keywords: linear city, road transport, pollutants, fine dust, dendrological composition, and highway-adjacent territories.