

Раздел 1. Региональные проблемы природопользования

УДК 504.064.38

**ВЛИЯНИЕ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НА ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ ОТДЕЛЬНЫХ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ЛИНЕЙНЫХ ГОРОДОВ**

Иванова Ю.П.¹, Соколова Е.В.², Коновалов О.В.³, Иванова О.О.⁴, Кленин И.С.⁵,
Зимницкая А.О.⁶, Мензелинцев Н.В.⁷

^{1,3,4,5,6} Волгоградский государственный технический университет
400005, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28;

² Северо-Кавказский федеральный университет
355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.

⁷ Волгоградский государственный университет
400062, г. Волгоград, просп. Университетский, 100.

e-mail: ¹[ypi26@mail.ru](mailto:yipi26@mail.ru), ²sokolova0584@mail.ru, ³kow373@mail.ru, ⁴dokuch26@mail.ru, ⁵kleninivan01@mail.ru,
⁶ivanova200607@mail.ru, ⁷menzelintseva@volsu.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема загрязнения атмосферного воздуха пылевыми частицами в условиях урбанизированных территорий и промышленных зон. Особое внимание уделено оценке эффективности газозащитных зеленых зон как природоохранного решения, способного снижать концентрацию мелкодисперсной пыли (PM₁₀ и PM_{2.5}) и улучшать качество атмосферного воздуха. Рассматривается влияние озеленения на дисперсный состав пыли на примыкающих территориях линейных городов. Проведен анализ дисперсного состава пыли до и после прохождения через зеленые насаждения с использованием микроскопии и специализированного программного обеспечения SpotExplorer. Результаты исследования подтверждают фильтрующую функцию зеленых зон, демонстрируя снижение доли крупных частиц пыли и изменение их морфологии. Предложен комплекс мер, включая пред проектные решения, архитектурно-планировочные мероприятия и использование устойчивого дендрологического состава, для минимизации пылевого загрязнения в городах с линейной конфигурацией. Выявлены перспективы дальнейших исследований в области оптимизации газозащитных зеленых зон. Представлен дендрологический состав, являющийся наилучшими фильтрами для озеленения примыкающих территорий города. Представлен дендрологический состав зеленых насаждений, применяемый для озеленения примыкающих территорий города.

Цель. Подтверждение гипотезы о фильтрующей роли зеленых насаждений и разработка рекомендаций по их оптимизации для улучшения качества воздуха в городах.

Методы. Для дисперсного анализа пыли использовался микроскоп, а также использовался ПЭВМ. Также было использовано специализированное программное обеспечение, такое как SpotExplorer.

Результаты. В условиях линейного города на территории жилой застройки для борьбы с пылью, целесообразно применять комплекс мер направленных на защиту жилого комплекса посредством специально подобранного дендрологического состава древесно-кустарниковой растительности и ковровых тканей.

Ключевые слова: газозащитные зеленые зоны, ветровые потоки, дендрологический состав, озеленение под кровного пространства, мелкодисперсная пыль, воздушные потоки, автомобильный транспорт, древесно-кустарниковые насаждения, дендрологический состав.

ВВЕДЕНИЕ

Современные урбанизированные территории сталкиваются с возрастающей проблемой загрязнения атмосферного воздуха, среди которой особое место занимает пылевое загрязнение. Мелкодисперсные частицы, такие как PM₁₀ и PM_{2.5}, представляют серьезную угрозу для здоровья человека, способствуя развитию респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний, а также оказывая негативное воздействие на экосистемы городских и пригородных зон. Увеличение числа автотранспорта, промышленных выбросов и нерациональная планировка городов усугубляют ситуацию, особенно в линейных городах с высокой плотностью транспортных магистралей. В таких условиях поиск эффективных природоохранных решений становится приоритетной задачей для обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития.

Одним из перспективных подходов к снижению пылевого загрязнения является использование газозащитных зеленых зон — специально спроектированных насаждений, выполняющих функции барьера и естественного фильтра. Эти зеленые зоны способны не только уменьшать концентрацию пылевых частиц в воздухе, но и улучшать микроклимат городской среды, снижать шумовой фон и создавать благоприятные условия для отдыха населения. При этом эффективность таких насаждений во многом зависит от правильного подбора дендрологического состава, устойчивого к

автомобильным выбросам (оксидам углерода, азота и пыли), а также от особенностей их планировки и расположения относительно источников загрязнения.

Настоящее исследование направлено на оценку влияния газозащитных зеленых зон на дисперсный состав пыли в условиях примыкающих территорий. В работе использованы современные методы отбора и анализа проб пыли, включая микроскопию и компьютерную обработку данных, что позволяет получить детализированные результаты о морфологии, размере и химическом составе частиц. Целью исследования является подтверждение гипотезы о фильтрующей роли зеленых насаждений и разработка рекомендаций по их оптимизации для улучшения качества воздуха в городах.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ; МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Исследование, представленное в статье, опирается на широкий круг научных публикаций и материалов, охватывающих проблемы загрязнения атмосферного воздуха пылевыми частицами, влияние газозащитных зеленых зон на экологию городов и методы анализа дисперсного состава пыли. Анализ литературы позволяет выделить ключевые направления, на которых базируется данная работа, а также выявить пробелы и перспективы дальнейших исследований.

Одной из фундаментальных тем, затронутых в источниках, является оценка выбросов автотранспорта и их воздействия на атмосферу городской среды [1, 2]. Особое внимание уделяется концентрации загрязняющих веществ вблизи автомагистралей, являющихся одним из основных источников пылевого загрязнения в условиях урбанизации.

Значительное внимание в литературе уделено изучению мелкодисперсной пыли и ее влиянию на здоровье населения, а также анализу зависимости концентрации PM_{10} и $PM_{2.5}$ от внешних факторов, таких как движение транспорта, что подтверждает необходимость применения барьерных решений [3-6]. Данные работы подчеркивают важность комплексного подхода, включающего как биологические, так и инженерно-планировочные меры.

Методологическая база исследования опирается на современные подходы к анализу пыли [7] описывает использование микроскопии с применением ПЭВМ для дисперсного анализа, что легло в основу методов, примененных в настоящем исследовании. Также было использовано специализированное программное обеспечение, такое как SpotExplorer [8]. Это обеспечивает высокую точность и репрезентативность полученных данных о гранулометрическом составе и морфологии пыли.

Таким образом, используемые публикации и материалы обеспечивают прочную теоретическую и методологическую основу для исследования. Они подтверждают значимость газозащитных зеленых зон как инструмента борьбы с пылевым загрязнением и подчеркивают необходимость дальнейших исследований для повышения их эффективности в условиях современных городов.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящего исследования является оценка эффективности газозащитных зеленых зон как природоохранного инструмента для снижения пылевого загрязнения атмосферного воздуха в условиях урбанизированных территорий, а также определение их влияния на дисперсный состав пыли. Особое внимание уделяется изучению фильтрующей способности зеленых насаждений, оптимизации их дендрологического состава и разработке рекомендаций по улучшению качества воздуха в примыкающих зонах линейных городов.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Провести анализ существующих научных данных и публикаций, касающихся пылевого загрязнения воздуха парковых зон и роли зеленых зон в его снижении.
2. Сравнить дисперсный состав пыли до и после прохождения через зеленую зону, выявляя изменения в распределении фракций (от PM_1 до PM_{100}) и морфологических особенностях частиц.

Решение этих задач позволит не только подтвердить гипотезу о роли газозащитных зеленых зон как естественных фильтров, но и предоставить практические рекомендации для градостроителей и экологов, направленные на улучшение экологической ситуации в городах.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Одной из глобальных проблем урбанизированных территорий является загрязнение атмосферы пылевыми частицами. Пыль, в особенности мелкодисперсная фракция (PM₁₀ и PM_{2,5}), представляет значительную угрозу для здоровья человека, способствуя развитию респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний, а также оказывая негативное воздействие на экосистемы [13-16].

Одним из перспективных подходов к снижению пылевого загрязнения является создание газозащитных зеленых зон – специально спроектированных насаждений, выполняющих барьерную и фильтрующую функции [17, 18].

Газозащитные зеленые зоны способствуют улучшению микроклимата городской среды, при этом создают благоприятные условия для отдыха. При высадке зеленых насаждений вдоль автомагистралей необходимо учитывать, что основными выбросами автотранспорта являются оксид углерода, оксид азота и пыль, и соответственно подбирать породный состав устойчивый к данным примесям [19, 20].

Пылевидные частицы оказывают на растения разнообразное влияние – физическое и химическое. Физические воздействия пыли на растения связаны с образованием чехла, препятствующего воздействию нормальному тепло- и влагообмену листа с атмосферой и уменьшающего доступ света к растению. Химическое воздействие обусловлено содержанием в пыли водорастворимых соединений. Эти соединения, поступая в растения, оказывают влияние на обмен веществ.

Реакция растений на загрязнения различна, одни не выдерживают загрязнения и гибнут, другие снижают генеративную и репродуктивную производительность, а третьи устойчивы к загрязнениям и не снижают биологического воспроизводства. Чувствительность растения изменяется по мере его роста и развития, и зависит от времени года. Количество осадков, влажность, температура, состояние почвы, включая наличие питательных веществ, освещение и ряд других параметров значительно изменяют реакцию растений на загрязнители, при этом продолжительность и частота воздействия загрязнения весьма существенна.

Изученные нами работы, рассмотрены, исследования указывают на эффективность газозащитных зеленых зон в городах для снижения вредного воздействия автомобильных выхлопных газов. При этом типы деревьев и кустарников, посадок различного дендрологического состава, их архитектурно-планировочная организация весьма существенны, часто определяющие градостроительную основу современного мегаполиса. [13, 14, 21-25] и ряда других ученых определяют организационно-методическую базу создания газозащитных зеленых зон в городах. Это в основном работы, изучающие снижение концентрации оксида углерода газозащитными зелеными зонами в воздухе городов различной архитектоники. При этом оптимизировался тип посадок деревьев и кустарников (особенно в пешеходных зонах), дендрологический состав зеленых зон, технические параметры защитных полос: ширина, высота, тип крон деревьев, их возраст и др. В таблице 1 представлен дендрологический состав, используемый в городах России для очистки атмосферного воздуха [13, 21].

Таблица 1. Наилучшие зеленые фильтры для биологической очистки атмосферного воздуха в городах России

Наименование загрязнений	Наименование насаждений				
	каштан конский обыкновен.	липа мелко- лиственная	акация белая	тополь	Клен остролиственный
железо	+	+		+	
марганец	+	+	+		
свинец				+	+
сера		+			+

Во всех рассмотренных нами исследованиях, газозащитные зеленые зоны рассматриваются авторами как фактор, способный уменьшать концентрацию вредных газов, а также мелкодисперсной пыли. Необходимы комплексные исследования и разработки по созданию газозащитных зеленых зон с целью значительного снижения вредных автомобильных выбросов на примыкающих территориях и особенно в зоне жилой застройки. В зонах полупустынь с особо загрязненным воздухом предлагается высаживать и широко использовать для газозащитных зеленых зон, и их эффективного

формирования в линейных городах, следующую растительность: тополь канадский, клен остролистный, ясень обыкновенный, иву белую, яблоню и грушу обыкновенные (домашние), жимолость татарскую, дерн белый, лох узколистый и другие сорта растительности. Доказано, что дерево растет 10 лет, прежде чем начнет эффективно работать на экологическую безопасность защитных полос [26-28].

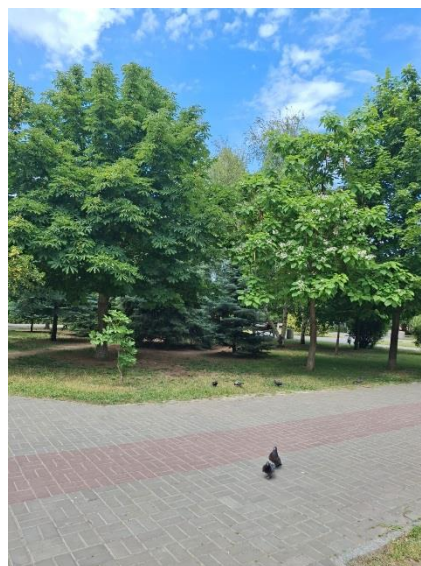
Согласно исследований профессора В.Ф. Сидоренко [29-30] эффективность газозащитных зеленых зон городов меняется в зависимости от технических параметров посадок следующим образом:

- однорядные полосы зеленых зон шириной 5 м минимизируют газозащитную эффективность в пределах 5-7%;
- двухрядная посадка газозащитного кустарника высотой 1,2 - 1,6 м в зеленой зоне поднимает ее эффективность до 20%;
- четырехрядная посадка растений в газозащитной зеленой зоне обеспечивает эффективность до 60%;
- многорядные полосы зеленых зон шириной 10-20 м эффективны на 10-20%;
- многорядные полосы зеленых зон с закрытием подкровного пространства кустарником на 30-75%, обеспечивают эффективность на 15-25%.

Добиться снижения вредного воздействия автотранспорта можно кроме использования правильно подобранного дендрологического состава, так же посредством вида посадки зеленых насаждений в городской черте.



а



б

Рис. 1. Организация посадки газозащитных зеленых зон
а) с закрытием подкровного; б) без закрытия пространства

Отбор проб пыли проводился с использованием стандартизированных методов, включающих сбор осажденной пыли с горизонтальных поверхностей в двух зонах: на расстоянии 1–2 метров перед зеленой зоной (вблизи обочины дороги) и на расстоянии 5–10 метров за ней (рис.1, а, б). Для обеспечения репрезентативности данных отбор проб осуществлялся в течение нескольких дней с учётом метеорологических условий, таких как скорость и направление ветра, влажность воздуха и отсутствие осадков, которые могли бы повлиять на распределение пыли [31-35].

Данный подход позволил получить изображения частиц пыли - рис. 2 (а, б).

Анализ с помощью микроскопа и программы SpotExplorer обеспечил высокую точность в определении гранулометрического состава пыли, включая распределение частиц по фракциям (от PM_{10} до PM_{100}). Программа SpotExplorer автоматически классифицировала частицы по их размеру, форме и оптическим характеристикам, что позволило выделить ключевые различия в дисперсном составе пыли до и после прохождения через зеленую зону.

Например, предварительные результаты показали, что перед растительным барьером преобладают частицы размером 10–50 мкм, тогда как за барьером доля таких частиц существенно снижается, что подтверждает фильтрующую функцию зеленой зоны. Кроме того, были зафиксированы различия в морфологии частиц: перед барьером чаще встречались угловатые минеральные частицы.

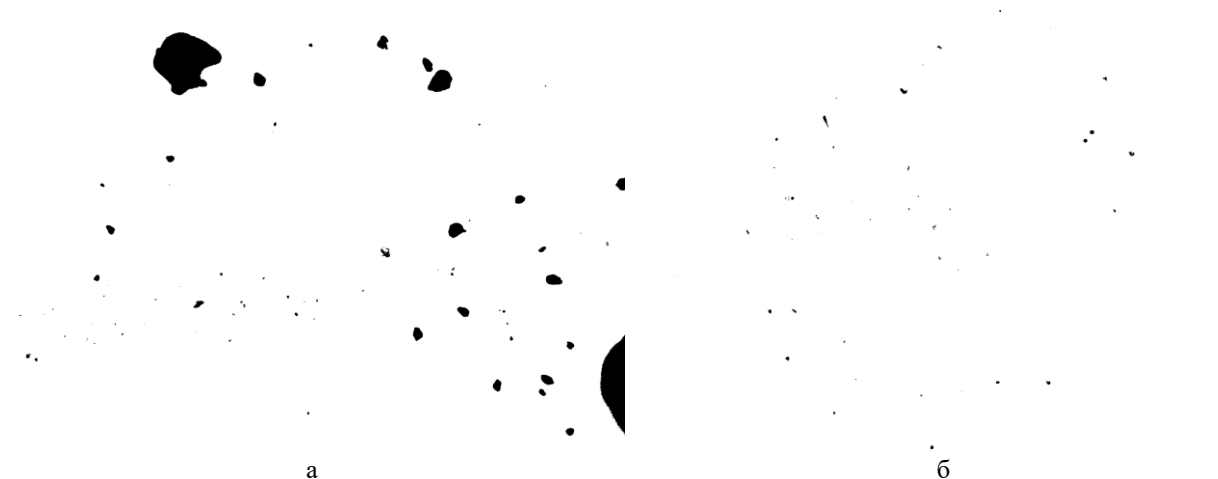


Рис. 2. Фотография частиц пыли
а-до ГЗЗ; б-после ГЗЗ

Используя в SpotExplorer полученные фотографии частиц пыли, получили зависимости объемной доли от диаметра частиц для проб, отобранных перед газозащитной зеленой зоной вблизи с дорогой (рис. 3).

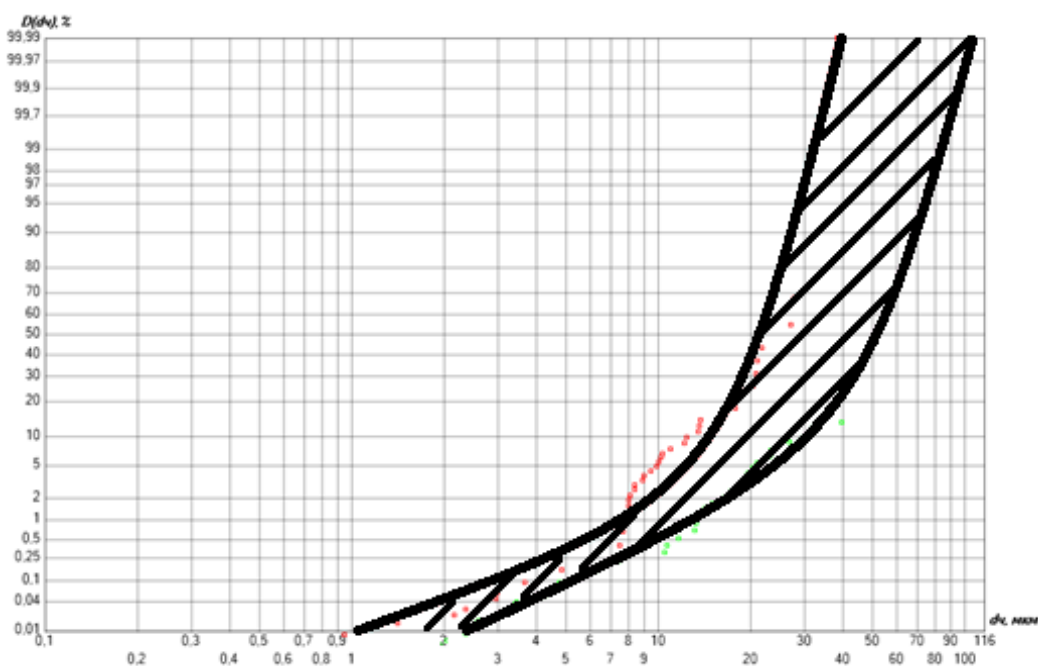


Рис. 3. Распределение объемной доли частиц по их диаметру, полученный при анализе пробы, отобранной до газозащитной зеленой зоны

Анализируя полученный диапазон на рисунке 3, можем сказать, что минимальному диаметру соответствует 1,1 мкм, самому крупному 105 мкм. Для 50% соответствует размер частиц в 35 мкм, соответственно, можем сделать промежуточный вывод, что вблизи дороги большое количество разных диаметров частиц, но преобладают крупные.

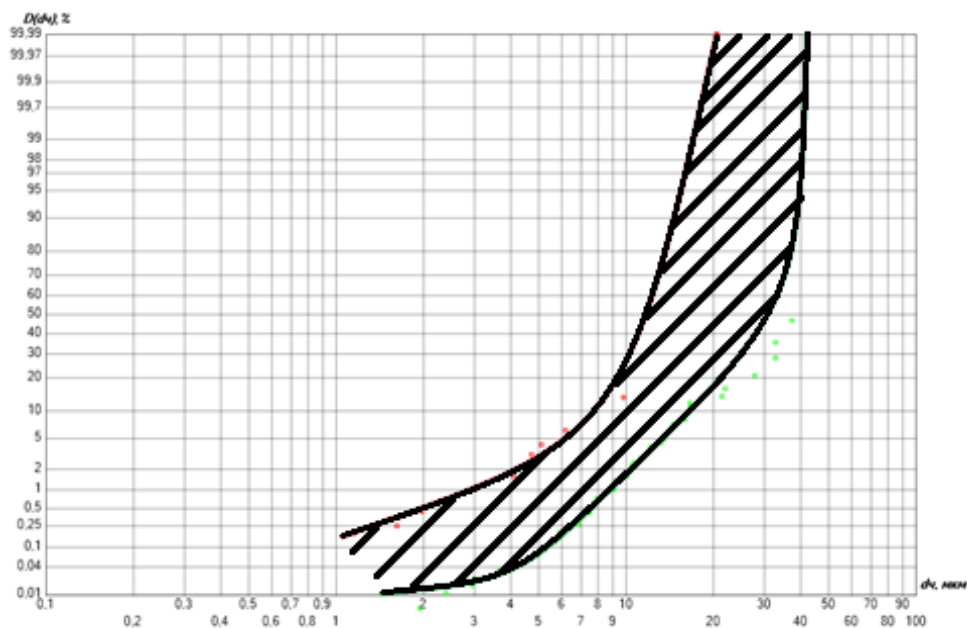


Рис. 4. Распределение объемной доли частиц по их диаметру, полученный при анализе пробы, отобранной после газозащитной зеленой зоны

Смотря на полученный диапазон зависимости объемной доли частиц от их диаметра на рисунке 4, делаем вывод, что размер частиц, отобранных после газозащитной зеленой зоны начинается от 1,1 мкм, не превышает 45 мкм и для 50% соответствует 18 мкм.

Рисунки 3 и 4 позволяют нам визуально оценить воздействие газозащитной зеленой зоны на запыленность городской среды, а именно – уменьшение размера частиц пыли после зеленой зоны. Благодаря зеленым насаждениям часть пыли оседает на поверхности растений, тем самым снижая запыленность городской среды. То есть газозащитные зеленые зоны выступают в качестве естественного фильтра.

ВЫВОДЫ

Таким образом подводя итог всему выше сказанному, в условиях линейного города на территории жилой застройки для борьбы с пылью, целесообразно применять комплекс мер:

1. Защитные мероприятия жилого комплекса (применение газозащитных зеленых зон как естественных фильтров, позволяющих снизить ветровую нагрузку и обеспечить улавливание пылевых частиц, находящихся в воздухе);
2. Использовать для озеленения специально подобранный дендрологический состав древесно-кустарниковой растительности и ковровых тканей, устойчивый к загрязнению атмосферного воздуха;

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты настоящего исследования подтверждают эффективность газозащитных зеленых зон как естественных фильтров для снижения пылевого загрязнения атмосферного воздуха, однако они открывают новые горизонты для углубленного анализа и практического применения.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на решение ряда актуальных задач, которые позволят расширить научную базу и повысить практическую значимость предлагаемых мер.

Во-первых, перспективным направлением является изучение химического состава пыли до и после прохождения через зеленые зоны. Анализ содержания тяжелых металлов, органических соединений и других загрязняющих веществ поможет определить, насколько насаждения способны не только улавливать частицы, но и нейтрализовать их токсичные компоненты. Это особенно актуально для промышленных зон и территорий с интенсивным движением автотранспорта.

Во-вторых, необходимо исследовать влияние дендрологического состава и структуры посадок на эффективность барьерной функции. Сравнение различных комбинаций древесно-кустарниковых пород, включая их высоту, плотность кроны и сезонные изменения (лиственные и хвойные

насаждения), позволит оптимизировать проектирование газозащитных зон с учетом местных экологических и эстетических требований.

Таким образом, дальнейшие исследования должны быть направлены на углубление знаний о механизмах фильтрации пыли, оптимизацию проектирования зеленых зон и их интеграцию в городскую среду, что в конечном итоге обеспечит более устойчивые и экологически безопасные урбанизированные территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буренин, Н.С. К оценке выбросов автотранспорта в атмосферу и загрязнения воздуха вблизи автомагистралей [Текст] / Н.С. Буренин, Р.И. Оникул, И.И. Соломатина // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 1997. – № 436. – С. 102.

2. Ветрова, Н.М. Экологическая безопасность урбанизированных рекреационных территорий в зоне влияния объектов транспортного строительства / Н.М. Ветрова, Т.В. Вереха, Э.Э. Меннанов, Д.В. Судьева // Экономика строительства и природопользования. – 2022. – № 1-2(82-83). – С. 145-151.

3. 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. – С. 7. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/%20n9y2022/7882>.

4. Николенко, Д.А. О влиянии градостроительных решений и зеленых газозащитных зон на качество воздушной среды примыкающих территорий / Д.А. Николенко, А.Н. Васильев, Ю.П. Иванова, А.А. Сахарова, О.О. Иванова, В.Н. Азаров, А.А. Чернущенко // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 2. – С. 10 – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7441>.

5. 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. – С. 8. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2022/7874>.

6. 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. С. 11. – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/%20n9y2022/7885>.

7. Азаров, В. Н. Дисперсный анализ методом микроскопии с применением ПЭВМ / В. Н. Азаров, А. В. Ковалева, Н. М. Сергина // Экологическая безопасность и экономика городских и теплоэнергетических комплексов : Материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 18–20 мая 1999 года. – Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 1999. – С. 76-78.

8. Зайцева, Н.В. Анализ дисперсного и компонентного состава пыли для оценки экспозиции населения в зонах влияния выбросов промышленных стационарных источников / Н. В. Зайцева, И. В. Май, А. А. Макс, С. Ю. Загороднов // Гигиена и санитария. – 2013. – Т. 92, № 5. – С. 19-23.

9. Kokoulin, A.N. Multiscale Optical PM2.5 Particles Recognition and Sorting System in Dust Probes / A.N. Kokoulin, A.A. Yuzhakov, R.A. Kokoulin // 2020 5th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech), Croatia, 2020. – pp. 1–6. DOI: 10.23919/SpliTech49282.2020.9243759

10. Künzli, N. Public-Health Impact of Outdoor and Traffic-Related Air Pollution: A European Assessment. / N. Künzli, R. Kaiser, S. Medina, M. Studnicka, O. Chanel, P. Filliger, M. Herry, H. Sommer // The Lancet. – 2000. – Vol. 356, Issue 9232. – pp. 795–801. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)02653-2

11. Cohen, A.J. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. / A.J. Cohen, M. Brauer, R. Burnett, et al. // TheLancet. – 2017. – Vol. 389, Issue 10082. – pp. 1907–1918. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)30505-6

12. Шелмаков, С. В. Борьба с загрязнением атмосферы дисперсными частицами на автомобильном транспорте / С. В. Шелмаков, Ю. В. Трофименко, А. В. Лобиков. – Москва : Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2018. – 164 с. – ISBN 978-5-7962-0235-7.

13. Растяпина, О. А. Совершенствование методов проектирования городских газозащитных зеленых зон от выбросов автотранспорта [Текст] :дис. ... канд. техн. наук / Растяпина О. А. – Волгоград, 2003.
14. Полковникова, Л. С. Влияние дендрологического состава зеленых насаждений на оптимизацию городской среды [Текст] / Л. С. Полковникова, Ю. П. Иванова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. – 2009. – Вып. 15 (34). – С. 206-209. – Библиогр.:с. 209 (3 назв.)
15. Barikayeva, N. About Forecasting Air Pollution in the Construction of Highways / N. Barikayeva, D. Nikolenko, J. Ivanova // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies (2-4 October 2018, Vladivostok, Russian Federation). URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/463/4/042016/pdf.
16. Аксенов, И.Я. Транспорт и охрана окружающей среды / И.Я. Аксенов, В.И. Аксенов. – М.: Транспорт, 2012. – 175 с.
17. Шеина, С.Г. Совершенствование методов организационно-технологического проектирования при реконструкции городской застройки с учетом экологических факторов / С.Г. Шеина, Л.В. Гиря // Инженерный вестник Дона, 2011 – №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2011/703.
18. Азаров, В. Н. О законе распределения среднебалансовой концентрации загрязняющих веществ в атмосфере районов мегаполиса [Текст] / В. Н.Азаров, Т. В. Донцова, Д. С. Хегай // Материалы 4-й международной научно-практической конференции «Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах». – Брянск, 2015. – Т. 2. – С. 7–10.
19. Азаров, В. Н. Концепции биосферной совместимости и экологического следа и их роль в достижении экологически устойчивого развития урбанизированных территорий [Текст] / В. Н. Азаров, Т. В. Донцова // Социология города. – 2013. – №1. – С. 39–45.
20. Мензелинцева, Н. В. Основы управления качеством воздушной среды [Текст]: учеб. пособие / Н. В. Мензелинцева. – Волгоград : Изд-во ВолГАСА, 1995. – 53 с.
21. Балакин, В.В. Исследование эффективности градостроительных мероприятий по охране атмосферного воздуха от загазованности выбросами автомобильного транспорта: Дис. канд. техн. наук / В.В. Балакин: – М., 1981.
22. Кириллов, Г.П. Прогнозирование загрязнений воздуха жилых территорий городов выхлопными газами автотранспорта и градостроительные мероприятия по его уменьшению: Дис. канд. техн. наук / Г.П. Кириллов. – Волгоград, 1973.
23. Санкина, Т.И. Исследование распространения автомобильных выбросов на территориях городских транспортных пересечений в одном уровне: Дис. канд. техн. наук / Т.И. Санкина. – Москва, 1987.
24. Фельдман, Ю.Г. Гигиеническая оценка автотранспорта как источника загрязнения атмосферного воздуха / Ю.Г. Фельдман. – М.: Медицина, 1975. –158 с.
25. Илькун, Г.М. Загрязнение атмосферы и растения / Г.М. Илькун. – Киев, 1978. – 247с: ил.
26. Иванова, Ю.П. Проблемы зеленой экологии г. Волгограда / Ю.П. Иванова, А.Г. Косовцева // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России. Материалы II студенческой научно-технической конференции. – 2008, Волгоград. – С. 72-75.
27. Растяпина, О.А. Анализ системы озеленения автотранспортных магистралей / О.А. Растяпина // Междунар. конф. стран СНГ «Молодые ученые – науке, технологиям и профессиональному образованию для устойчивого развития: проблемы и новые решения» Ч. 2. – М., 1999. – С. 58-60.
28. Растяпина, О.А. Экономическая эффективность защитного озеленения автомагистралей / О.А. Растяпина // Науч. тр. /Волгог. Гос. Технич. Универ. – 200. – Вып. 2. – С. 102-109.
29. Сидоренко, В.Ф. Исследование и применение градостроительных мероприятий по защите жилой застройки от выхлопных газов автотранспорта: Дис. канд. техн. наук / В.Ф. Сидоренко. — Волгоград, 1970.
30. Сидоренко, В.Ф. Программа подбора озеленения городских улиц с целью снижения концентрации оксида углерода до предельно-допустимого значения в жилой зоне застройки. / В.Ф. Сидоренко, О.А., Растяпина // Науч. – практич. конф. Южного регионального отделения РААСН. «2002 год – год Волгоградской области в ЮРО РААСН. Первые итоги». – Волгоград, 2003. – 120 с.

31. Александров, В.Ю. Экологические проблемы автомобильного транспорта / В.Ю. Александров, Л.И. Кузубова, Е.П. Яблокова. – Новосибирск, 1995. – 113 с.
32. Промышленная экология: учебник для высших учебных заведений Министерства образования и науки Российской Федерации / под общ. ред. В.В. Гутенева. – 2-е изд., доп. – М. – Волгоград: ПринТерра-Дизайн, 2013. – 460 с.,
33. Иванова, Ю.П. Проблемы экологии в дорожном комплексе промышленных центров / Ю.П. Иванова // Надежность и долговечность строительных материалов и конструкций: Материалы III научно-технической конференции. Волгоград, ВолгГАСА, 2003. – С. 141-143.
34. Азаров, В. Н. Концепции биосферной совместимости и экологического следа и их роль в достижении экологически устойчивого развития урбанизированных территорий [Текст] / В. Н. Азаров, Т. В. Донцова // Социология города. – 2013. – №1. – С. 39–45.
35. Грин, Х. Аэрозоли – пыли, дымы и туманы / Х. Грин, В. Лейн // Перевод с английского под редакцией докт. хим. наук Н.А. Фукса / Издательство «Химия» Ленинградское отделение, 1972.

THE EFFECT OF LANDSCAPING ON THE DISPERSED COMPOSITION OF INDIVIDUAL POLLUTANTS IN THE ATMOSPHERIC AIR OF LINEAR CITIES

¹Ivanova Yu.P., ²Sokolova E.V., ³Konovalov O.V., ⁴Ivanova O.O., ⁵Klenin I.S.,
⁶Zimnitskaya A.O., ⁷Menzelintseva N.V.

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

² North Caucasus Federal University

⁷ Volgograd State University

Annotation. The article discusses the current problem of atmospheric air pollution by dust particles in urbanized areas and industrial zones. Special attention is paid to assessing the effectiveness of gas-protective green zones as a nature-saving solution that can reduce the concentration of fine dust (PM₁₀ and PM_{2.5}) and improve the quality of atmospheric air. The article examines the impact of landscaping on the dispersion of dust in the near-road areas of linear cities. The analysis of the dispersion of dust before and after passing through green spaces was conducted using microscopy and specialized software, SpotExplorer. The study results confirm the filtering function of green areas, demonstrating a decrease in the proportion of large dust particles and a change in their morphology. A set of measures has been proposed, including pre-design solutions, architectural and planning measures, and the use of sustainable dendrological composition, to minimize dust pollution in cities with a linear configuration. The prospects for further research in the field of optimizing gas-protective green zones have been identified. The dendrological composition that provides the best filters for landscaping the city's main roads has been presented. The dendrological composition of green spaces used for landscaping the city's main roads has been presented.

Keywords: gas-protected green zones, wind flows, dendrological composition, landscaping of the indoor space, fine dust, air flows, automobile transport, tree and shrub plantations, dendrological composition.