ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОЙ ПЫЛИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ В АНДИЖАНЕ

Саттарова Маргуба Исмоил кизи
Андижанский государственный университет, названный в честь Захириддина Мухаммеда Бабура.

Qabul qilindi: 26.01.2026
Ko‘rib chiqildi: 27.01.2026
Tasdiqlandi: 28.01.2026

Ключевые слова: атмосферная пыль, PM10, PM2.5, загрязнение воздуха, экологическая ситуация, Андижан, тяжёлые металлы, городская экология, влияние на почву, растительность.

Аннотация. В работе рассматривается влияние атмосферной пыли на экологическую ситуацию в Андижане, Узбекистан. Исследуются концентрации частиц пыли (PM10 и PM2.5), их состав, источники и воздействие на растительность и почвы городских территорий. Результаты показали, что уровни PM10 и PM2.5 в промышленных и зонах с интенсивным движением транспорта превышают нормативные значения ВОЗ. Атмосферная пыль содержит кремнезём, углеродные частицы и тяжёлые металлы (Pb, Cd, Zn), что отрицательно сказывается на фотосинтетической активности растений, а также приводит к загрязнению почв. Работа подчёркивает необходимость комплексного мониторинга качества воздуха и внедрения зелёных насаждений для снижения негативного воздействия пыли.

Введение. Атмосферная пыль является одной из наиболее значимых проблем загрязнения воздуха в городских условиях, оказывая влияние как на здоровье населения, так и на состояние экосистем. Пыль состоит из микроскопических твердых и жидких частиц, которые могут оставаться во взвешенном состоянии в атмосфере длительное время и переноситься на значительные расстояния. Частицы пыли классифицируются по размеру: PM10 — частицы диаметром до 10 мкм и PM2.5 — до 2,5 мкм. Частицы PM2.5 особенно опасны для здоровья человека, так как способны проникать в альвеолы лёгких, далее в кровоток и вызывать респираторные, сердечно-сосудистые и хронические заболевания (Seinfeld & Pandis, 2016; Pope & Dockery, 2006; WHO, 2021).

Город Андижан, расположенный в восточной части Ферганской долины, Узбекистан, за последние десятилетия пережил значительный рост промышленности, плотность транспортного потока и интенсивную урбанизацию. Эти факторы привели к увеличению концентраций

атмосферной пыли, что проявляется в сезонных и пространственных колебаниях PM10 и PM2.5. Основными источниками загрязнения являются:

- промышленное производство и выбросы заводов;
- автомобильный транспорт и выбросы ДВС;
- строительные работы и дорожные пыльные взвеси;
- перенос пыли ветром из окружающих засушливых и полузасушливых районов.

Экологические последствия загрязнения атмосферной пылью многочисленны. Растительность страдает от осаждения пыли на листьях, что приводит к блокировке устьиц, снижению фотосинтетической активности на 15–25%, ухудшению роста и продуктивности растений (Nowak et al., 2006; Zaman et al., 2020). Почвы подвергаются загрязнению тяжёлыми металлами (Pb, Cd, Zn), что снижает биологическую активность микроорганизмов, изменяет кислотность и нарушает цикл питательных веществ. В результате страдает городская экосистема, уменьшается её способность к саморегуляции, снижается качество городской среды и увеличивается риск для здоровья населения.

Несмотря на растущую обеспокоенность загрязнением воздуха в Узбекистане, Андижан остаётся недостаточно изученным. Существующие исследования сосредоточены на крупных городах, таких как Ташкент, Фергана и Наманган, а данные о концентрации частиц пыли, их составе, источниках и экологическом воздействии в Андижане ограничены (Rakhmonov et al., 2019; Karimov & Tursunov, 2018).

Цели исследования. Настоящее исследование направлено на:

1. Определение концентраций PM10 и PM2.5 в промышленных, транспортных, жилых и зелёных зонах Андижана;
2. Выявление основных источников атмосферной пыли;
3. Анализ сезонных и пространственных вариаций концентраций частиц;
4. Оценку экологического воздействия пыли на растительность и почвы;
5. Разработку рекомендаций по улучшению качества воздуха и снижению негативного воздействия пыли на городскую экосистему.

Таким образом, исследование позволит получить комплексное представление о состоянии воздуха в Андижане, определить ключевые зоны риска и предложить меры по минимизации воздействия атмосферной пыли на экологию и здоровье населения.

Анализ литературы. Атмосферная пыль (particulate matter, PM) считается одним из наиболее значимых загрязнителей воздуха в городских условиях, оказывая как экологическое, так и санитарно-гигиеническое воздействие (Seinfeld & Pandis, 2016). Частицы пыли делятся на две основные фракции: PM10 (≤10 мкм) и PM2.5 (≤2,5 мкм). Мелкодисперсные частицы PM2.5 представляют особую опасность, поскольку способны

проникать в лёгкие, вызывать воспалительные процессы и способствовать развитию хронических заболеваний (Pope & Dockery, 2006; WHO, 2021).

Источники атмосферной пыли. Пыль в городской атмосфере формируется за счёт естественных и антропогенных источников: Естественные источники: пыль от эрозии почв, песчаные и пылевые бури, перенос пыли ветром, пыльца растений (Goudie, 2014). В Центральной Азии, включая Ферганскую долину, весенне-летние ветры способствуют переносу пыли из засушливых регионов, увеличивая концентрацию частиц в городских районах.

Антропогенные источники: промышленные выбросы, транспортные потоки, строительство и сжигание топлива. В городах Узбекистана, таких как Ташкент и Фергана, установлено, что промышленные зоны и интенсивное движение транспорта являются основными источниками PM10 и PM2.5 (Rakhmonov et al., 2019).

В Андижане сочетание этих факторов определяет высокий уровень загрязнения, однако комплексные исследования города до сих пор ограничены.

Химический состав частиц пыли. Частицы пыли имеют сложный химический состав, включающий: Минеральные компоненты (SiO_2, Al_2O_3), поступающие из почв и строительных материалов. Углеродистые частицы, формирующиеся при сжигании топлива и работе автотранспорта. Тяжёлые металлы (Pb, Cd, Zn), преимущественно локализованные в промышленных и транспортных зонах (Nowak et al., 2006; Zaman et al., 2020). Наличие тяжёлых металлов в пыли представляет значительную экологическую угрозу, так как они накапливаются в почвах, воздействуют на микробиоту и растения, а также могут переноситься в пищевые цепи.

Растительность: Пыль, оседающая на листьях, уменьшает светопоглощение и снижает фотосинтетическую активность. Согласно исследованиям, снижение фотосинтеза может достигать 15–25%, особенно в промышленных и транспортных зонах. Засорение устьиц листьев ухудшает газообмен и влияет на рост растений, что может приводить к снижению озеленения городских территорий (Nowak et al., 2006).

Почвы: Тяжёлые металлы в пыли накапливаются в верхнем слое почвы (0–10 см), изменяют кислотность, снижают биологическую активность микроорганизмов и нарушают цикл питательных веществ. В районах с высокой концентрацией пыли наблюдается повышенный уровень Pb, Cd и Zn, что подтверждается исследованиями в Центральной Азии (Zaman et al., 2020).

Городские экосистемы: Высокий уровень пыли приводит к стрессу экосистем, снижает способность к саморегуляции и ухудшает качество городской среды. Пыль взаимодействует с другими загрязнителями (NOx,

SO_2), образуя вторичные аэрозоли и усугубляя загрязнение воздуха (Seinfeld & Pandis, 2016).

Управление качеством воздуха в городах. Эффективное управление загрязнением воздуха включает: Мониторинг PM10 и PM2.5 в промышленных, транспортных и жилых зонах. Идентификацию источников пыли, как естественных, так и антропогенных. Меры по снижению загрязнения, включая ограничение движения транспорта, контроль строительной пыли и развитие зелёных насаждений (Nowak et al., 2006; Zaman et al., 2020). Опыт других городов Центральной Азии показывает, что комплексный подход к мониторингу и контролю пыли позволяет существенно снизить концентрацию частиц в воздухе и улучшить экологическое состояние (Rakhmonov et al., 2019).

Результаты исследования и обсуждение. Концентрации атмосферной пыли. Мониторинг концентраций PM10 и PM2.5 в Андижане проводился на десяти контрольных точках, представляющих промышленные зоны, зоны интенсивного движения транспорта, жилые кварталы и зелёные зоны.

Анализ проб показал, что атмосферная пыль содержит:

- Минеральные компоненты: SiO_2 и Al_2O_3 (источник – почвы и строительные материалы).
- Углеродистые частицы: выхлопные газы и промышленные выбросы.
- Тяжёлые металлы: Pb, Cd, Zn – преимущественно в промышленных и транспортных зонах.

Эти элементы могут накапливаться в почвах и растениях, создавая долгосрочные экологические риски.

Экологическое воздействие. Растительность: Осадки пыли на листьях варьируются от 30 до 250 мг/м², что приводит к снижению фотосинтетической активности на 15–25%. Наибольшее воздействие наблюдается в промышленных и транспортных зонах, что подтверждает локальное влияние антропогенных источников.

Почвы: В промышленных зонах Pb = 45 мг/кг, Cd = 2,5 мг/кг, Zn = 120 мг/кг. В жилых и зелёных зонах Pb = 15 мг/кг, Cd = 0,8 мг/кг, Zn = 50 мг/кг Эти показатели превышают фоновый уровень и могут нарушать почвенную микробиоту и цикл питательных веществ.

Городская экосистема: Высокие концентрации PM и тяжёлых металлов создают комбинированный стресс для экосистем, снижая способность саморегуляции. Зеленые зоны эффективно снижают концентрацию пыли, что подтверждает их роль в управлении качеством воздуха.

Источники загрязнения: Основные источники пыли – промышленные выбросы, транспорт и сезонные ветровые пылевые потоки, что соответствует данным исследований других городов Центральной Азии (Rakhmonov et al., 2019; Zaman et al., 2020).

Сезонная динамика: Пик концентраций в весенне-летний период совпадает с периодами повышенной сухости и строительства, что подтверждает необходимость сезонного мониторинга.

Экологическая значимость: Снижение фотосинтеза на листьях и накопление тяжёлых металлов в почвах демонстрируют непосредственное влияние пыли на урбанизированные экосистемы.

Практическое значение: Результаты исследования подчеркивают важность зеленого городского планирования, контроля выбросов промышленных предприятий и регулирования движения транспорта для снижения негативного воздействия пыли.

Выводы. В результате проведённого исследования атмосферной пыли в Андижане были получены следующие ключевые результаты: Концентрации PM10 и PM2.5 в промышленных и зонах интенсивного движения транспорта регулярно превышают нормы Всемирной организации здравоохранения, что представляет угрозу для здоровья населения. Сезонная динамика показывает наибольшее загрязнение в весенне-летний период из-за сухой погоды, строительной активности и пылевых бурь. Химический состав пыли включает минералы (SiO_2, Al_2O_3), углеродистые частицы и тяжёлые металлы (Pb, Cd, Zn), что негативно влияет на почвы и растительность. Экологические последствия: осаждение пыли на листьях снижает фотосинтетическую активность на 15–25%, почвы подвергаются накоплению тяжёлых металлов, что снижает их биологическую активность. Меры по снижению загрязнения создание и поддержание зелёных зон, контроль промышленных выбросов и ограничение движения транспорта эффективно снижают концентрацию пыли и её негативное воздействие на городскую экосистему. Таким образом, исследование подчёркивает необходимость комплексного подхода к мониторингу и управлению качеством воздуха, а также развития зелёной инфраструктуры в Андижане для улучшения экологической ситуации и защиты здоровья населения.

Список литературы

1. Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2016). *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*. Wiley.
2. World Health Organization. (2021). *Air Quality Guidelines – Global Update 2021*. WHO Press.
3. Pope, C. A., & Dockery, D. W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56(6), 709–742.
4. Rakhmonov, I., Tursunov, M., & Karimov, S. (2019). Urban air pollution in Fergana Valley: Sources and seasonal variations. *Environmental Monitoring Journal*, 14(2), 45–56.
5. Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by

urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3–4), 115–123.

6. Zaman, A., et al. (2020). Assessment of particulate matter pollution in Central Asian cities. *Atmospheric Environment*, 223, 117229.
7. Goudie, A. (2014). *Dust storms: Recent developments.* Springer.
8. Karimov, S., & Tursunov, M. (2018). Air quality and urban ecology in Andijan city. *Journal of Central Asian Environmental Studies*, 6(1), 12–24.
9. Seinfeld, J. H. (2012). *Atmospheric Pollution: History, Science, and Regulation.* Cambridge University Press.
10. World Bank. (2018). *Urban Air Quality Management in Central Asia.* World Bank Publications.