

Качество воздуха в г. Термез, Узбекистан

Оценка основных источников выбросов и рекомендации по
улучшению мониторинга и управления качеством воздуха

Краткий обзор



© (2025 г.) Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде

Оригинальная версия на русском: *Качество воздуха в г. Термез, Узбекистан. Оценка основных источников выбросов и рекомендации по улучшению мониторинга и управления качеством воздуха.*

ISBN: 978-92-807-4249-7
Job number: ROE/2731/TA
DOI: <http://doi.org/10.59117/20.500.11822/48984>

В документе представлено краткое изложение доклада «Качество воздуха в г. Термез, Узбекистан. Оценка основных источников выбросов и рекомендации по улучшению мониторинга и управления качеством воздуха». ЮНЕП не несет ответственности за точность или полноту содержания данного краткого обзора и не несет ответственности за любые убытки или ущерб, которые могут быть причинены прямо или косвенно в результате использования или опоры на содержание данного краткого обзора. В случае несоответствий преимущественную силу имеет полная версия.

Несмотря на то, что были предприняты разумные усилия для обеспечения фактической достоверности содержания данной публикации и надлежащих ссылок, ЮНЕП не несет ответственность за точность или полноту содержания и не несет ответственности за любые убытки и ущерб, которые могут быть вызваны прямо или косвенно использованием содержания данной публикации или доверием к нему, включая ее перевод на другие языки, помимо английского. В случае несоответствий преимущественную силу будет иметь версия на английском языке.

Перевод текста: Зайтуна Насырова

Воспроизведение

Настоящая публикация может быть воспроизведена полностью или частично и в любой форме в образовательных или некоммерческих целях без специального разрешения правообладателя при условии ссылки на первоисточник. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде будет признательна за предоставление экземпляра любого издания, в котором данная публикация использовалась в качестве источника. Данная публикация не может быть использована для перепродажи или в других коммерческих целях без предварительного письменного разрешения Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде. Заявку на получение такого разрешения с указанием цели и тиража издания следует направлять по адресу: unep-communication-director@un.org.

Примечания

Употребляемые обозначения и изложение материала в настоящей публикации не подразумевают выражения какого бы то ни было мнения со стороны Секретариата Организации Объединенных Наций относительно правового статуса какой-либо страны, территории, города или района, или их властей, или относительно определения их границ. Упоминание коммерческой компании или продукта в настоящем документе не означает его одобрения Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде или авторами.

Не допускается использование информации из настоящего документа в рекламных целях. Названия и символы товарных знаков используются в редакционных целях без намерения нарушить законы о товарных знаках или авторском праве.

Содержание и взгляды, выраженные в настоящей публикации, не обязательно отражают точку зрения Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде. Мы сожалеем о любых ошибках или упущениях, которые могли быть допущены непреднамеренно.

© Карты, фотографии и иллюстрации, как указано.

Предлагаемая цитата:

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2025 г.) *Качество воздуха в г. Термез, Узбекистан: Оценка основных источников выбросов и рекомендации по улучшению мониторинга и управления качеством воздуха*. Ташкент. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/49064>

Производство: Ташкент
URL: <https://www.unep.org/resources/report/air-quality-termez-uzbekistan-assessment-key-emission-sources-and-recommendations>

Дизайн обложки: Нигина Содикова

Совместно с:



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE



МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ,
ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Качество воздуха в г. Термез, Узбекистан

**Оценка основных источников выбросов и рекомендации по
улучшению мониторинга и управления качеством воздуха**

Краткий обзор

Октябрь 2025 г.

Краткий обзор

В отчете представлен первый всеобъемлющий научный анализ качества воздуха в Термезе, который будет использован в разработке политики на основе фактических данных и управлении качеством воздуха. Отчет основан на подробном анализе почасовых данных мониторинга, полученных с автоматической станции контроля качества воздуха, расположенной в центральной части Термеза (за период с мая 2023 г. по декабрь 2024 г.), метеорологических наблюдений, спутниковых данных и местных кадастров выбросов. Целью данного отчета, разработанного ЮНЕП и Финским метеорологическим институтом по заказу Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Узбекистана и в сотрудничестве с местными консультантами, является выявление источников загрязнения и определение приоритетных мер по улучшению качества воздуха и охране здоровья населения в Термезе.

Данный отчет представляет собой прочную научно-техническую основу для усиления мер на местном и национальном уровнях. Результаты анализа подтверждают, что загрязнение воздуха твердыми частицами в Термезе вызвано как природными, так и антропогенными факторами, подчеркивая явные возможности для принятия целенаправленных мер, основанных на фактических данных. Реализация рекомендуемых мер может значительно снизить уровень загрязнения воздуха и его негативное воздействие на общественное здоровье. Для достижения долгосрочного и устойчивого улучшения качества воздуха необходимо обеспечить высокое качество данных, повысить точность инвентаризации выбросов, а также тиражировать и масштабировать эффективные меры по всему Узбекистану.



Засушливые ландшафты вокруг Термеза крайне уязвимы к ветровой эрозии, песчаным и пыльным бурям
© ФМИ

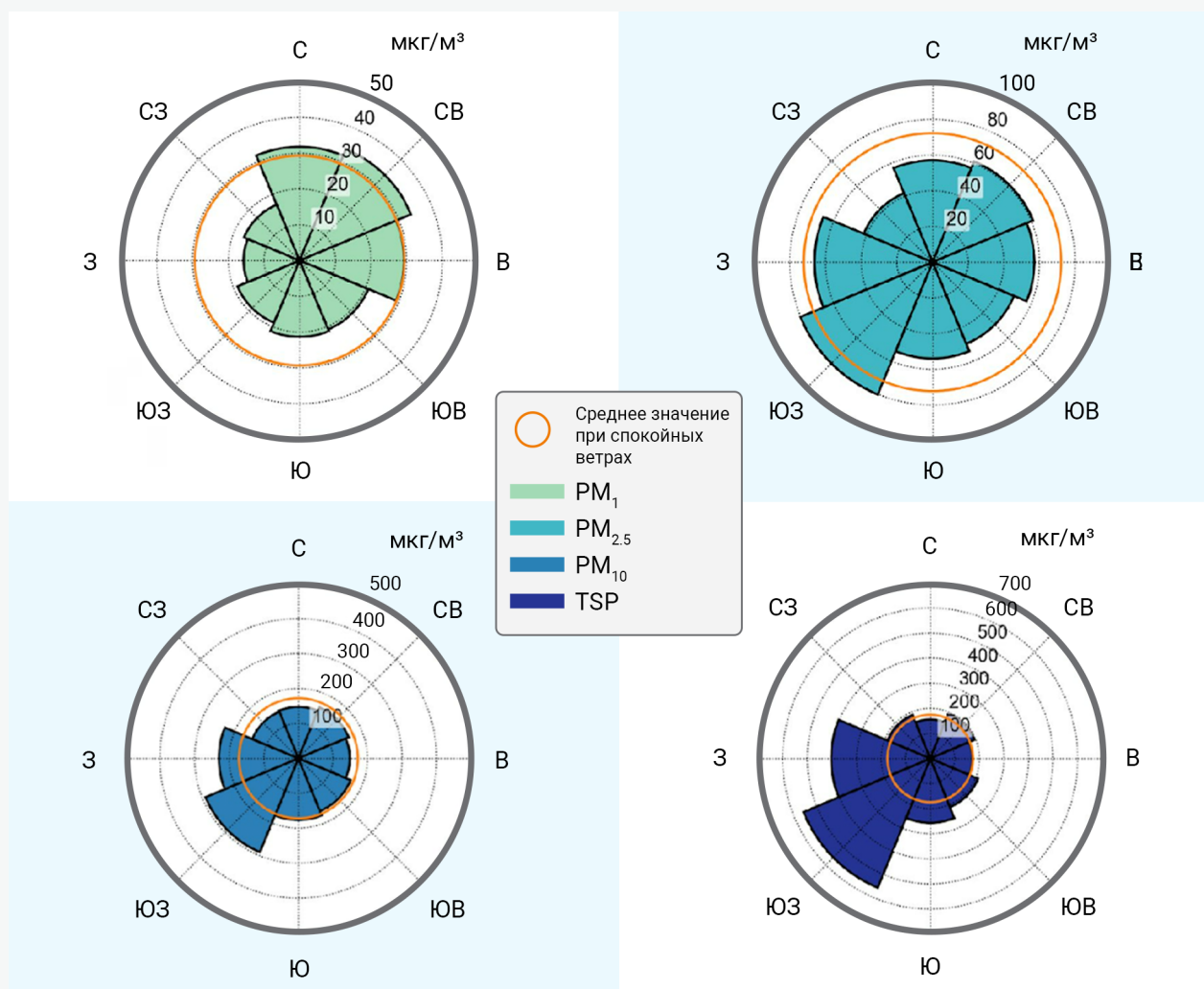
Концентрации твердых частиц (PM) в Термезе превышают все международные и национальные нормы здравоохранения в течение всего года. Среднегодовые концентрации в 2024 году достигли 187 мкг/м³ для PM₁₀ и 55 мкг/м³ для PM_{2.5}, что значительно превышает рекомендации ВОЗ по качеству воздуха, включая пороговые значения временного целевого показателя 1 (70 мкг/м³ для PM₁₀ и 35 мкг/м³ для PM_{2.5}), а также национальные значения предельно допустимой разовой концентрации (ПДК) для среднегодовых концентраций PM₁₀ (50 мкг/м³) и PM_{2.5} (35 мкг/м³). Качество воздуха в Термезе является одним из самых проблемных в Узбекистане: в течение всех сезонов наблюдается стабильно повышенный уровень твердых частиц. Хотя концентрации таких газов, как NO₂, SO₂, CO и O₃, остаются низкими, опасения по поводу качества данных и проблем с калибровкой ограничивают их надежность для количественного анализа. Данные по твердым частицам считались достоверными и легли в научную основу выводов отчета.

Плохое качество воздуха имеет серьезные последствия для здоровья и экономики. Хотя оценки воздействия на здоровье населения в Термезе пока отсутствуют, в совместном отчете Всемирного банка и Института измерения показателей и оценки здоровья (IHME) (2016 год) о стоимости загрязнения воздуха указано, что общие потери благосостояния в Узбекистане, связанные с выбросами PM_{2.5}, составили 4,4 процента (около 6,7 млрд долларов США) ВВП в 2013 году. Согласно более новым выводам исследования Всемирного банка «Оценка качества воздуха в Ташкенте» (2024 год), потери благосостояния только в Ташкенте оценивались в 488 млн долларов США в год (около 0,5 процента ВВП в 2023 году). Таким образом, минимизация воздействия высоких концентраций PM на человека должна стать приоритетной задачей. Размер частиц в воздухе является решающим фактором, определяющим степень вредного воздействия на здоровье. Более мелкие частицы представляют больший риск, поскольку могут глубоко проникать в легкие, а некоторые могут попасть даже в кровоток. Воздействие PM_{2.5} представляет собой наиболее серьезный фактор риска для здоровья, связанный с загрязнением воздуха, и тесно связанный с сердечно-сосудистыми и респираторными заболеваниями, раком и преждевременной смертностью.

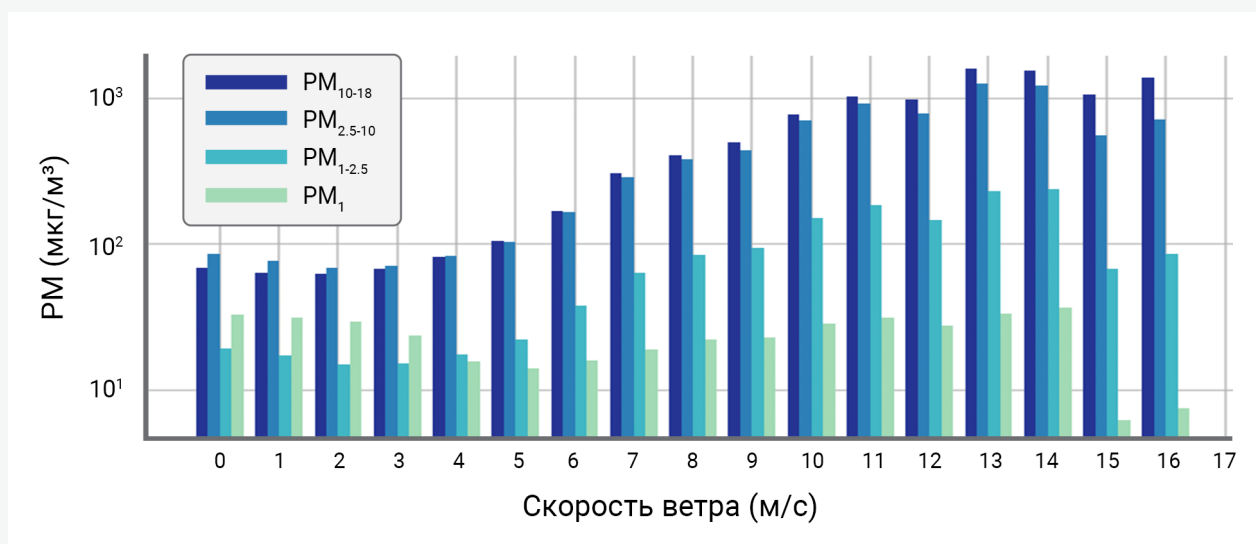
Загрязнение воздуха в Термезе не затрагивает все группы населения в равной степени. Женщины подвергаются повышенному риску: глобальные исследования показывают связь между загрязнением воздуха и неблагоприятными репродуктивными и сердечно-сосудистыми исходами, включая выкидыши, снижение фертильности и повышенная подверженность раку молочной железы и болезням сердца. Согласно данным национального Многоиндикаторного кластерного обследования ЮНИСЕФ за 2021–2022 годы, почти половина домохозяйств в Узбекистане по-прежнему полагаются на загрязняющие виды топлива для отопления и приготовления пищи, что подвергает женщин непропорционально высокому риску, поскольку они часто являются основными распорядителями энергией в домохозяйстве. Дети и пожилые люди остаются особенно уязвимыми к воздействию загрязнения воздуха на здоровье. Поэтому в отчет включены меры по борьбе с загрязнением воздуха в Термезе, учитывающие гендерные аспекты и социально инклюзивные меры.

Песчаные и пыльные бури (ППБ) являются основным источником загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами в Термезе. Сильные ветры, особенно с юго-запада в летние месяцы, поднимают огромные количества пыли, что приводит к повышению концентраций PM₁₀ и PM_{2.5}. Данные показывают явное увеличение доли частиц большего размера (PM₁₀ и TSP) с повышением скорости ветра, подтверждая влияние вторичного подъема пыли под действием ветра. Близость города к засушливым ландшафтам увеличивает поступление осадочных отложений, а региональные или трансграничные явления ППБ еще больше усиливают их воздействие и ухудшают качество воздуха.

Розы загрязнения для PM_1 , $PM_{2.5}$, PM_{10} и TSP, измеренные на станции Узгидромета в Термезе.
 Данные по $PM_{2.5}$ и PM_{10} были доступны с 11 мая 2023 г. по 31 декабря 2024 г.; по PM_1 и TSP — с 10 марта 2024 г. по 31 декабря 2024 г.



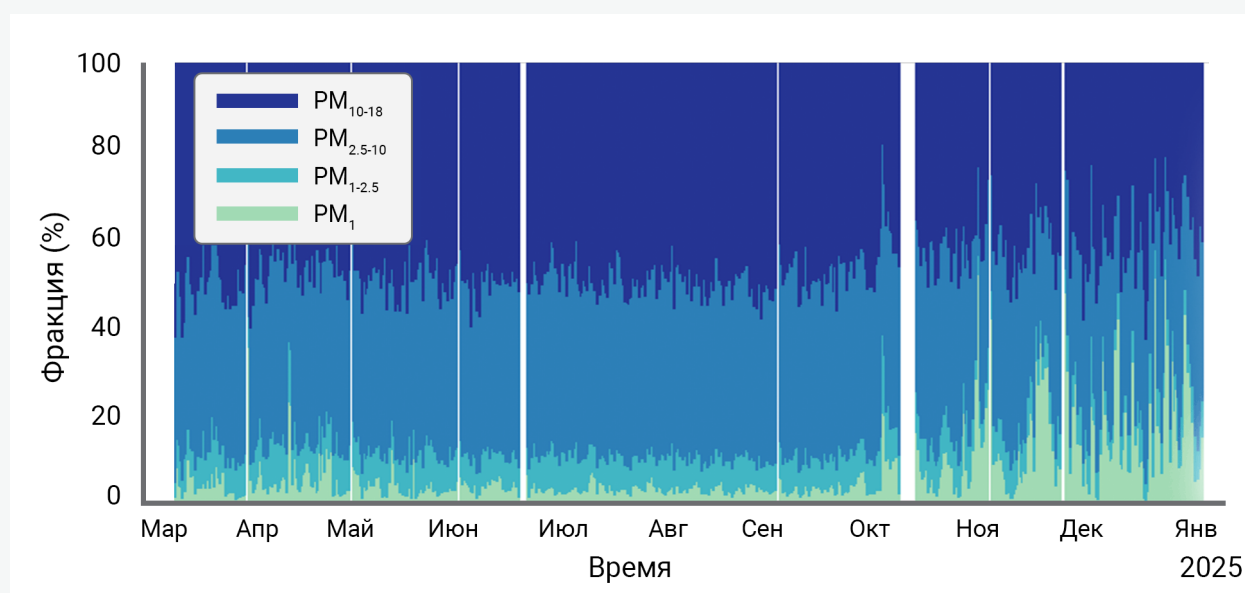
Среднечасовая масса твердых частиц при заданных скоростях ветра для каждого диапазона размеров (< 1, 1-2.5, 2.5-10 и 10-18 мкм)



Системы раннего оповещения, информирование о рисках и рекомендации по охране здоровья населения крайне необходимы для борьбы с эпизодами ППБ. Термез и Узбекистан в целом выиграют от расширенного регионального сотрудничества с соседними областями и странами в области обмена данными, прогнозирования и совместных мер реагирования. Эти усилия должны дополняться с устойчивым управлением земельными ресурсами, лесовосстановлением и мерами по стабилизации земель с целью сокращения первичных источников пыли повышения устойчивости экосистем.

Местные бытовые отопительные и другие процессы сжигания значительно ухудшают качество воздуха в Термезе в зимний период. В холодные месяцы наблюдаются высокие концентрации $PM_{2.5}$ и PM_{10} , что совпадает с низкими температурами и безветренной погодой. Эти пики сопровождаются повышенными уровнями индикаторов продуктов горения, таких как CO и NO, что указывает на выбросы от местного отопления. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что для отопления в зимний период используется не только природный газ, но и другие виды топлива, однако для разработки и определения эффективных мер по смягчению последствий необходимы более подробные данные о типах топлива.

Временной ряд доли каждого диапазона размеров (< 1, 1–2.5, 2.5–10 и >10–18 мкм) твердых частиц в общей массе с марта 2024 г. по декабрь 2024 г. с почасовым разрешением



Решение проблемы выбросов от отопления является одним из приоритетных направлений для снижения загрязнения воздуха в Термезе. Стратегии сокращения выбросов должны начинаться с выявления и постепенного отказа от использования загрязняющих видов топлива для отопления в зимний период. Несмотря на доступность природного газа, вероятно, что все еще используются уголь, нефтепродукты, отходы или биомасса. Для сокращения пиковых зимних выбросов необходимо перейти на более чистые виды топлива и технологии, повысить энергоэффективность в домохозяйствах и повысить осведомленность населения и правоприменение.

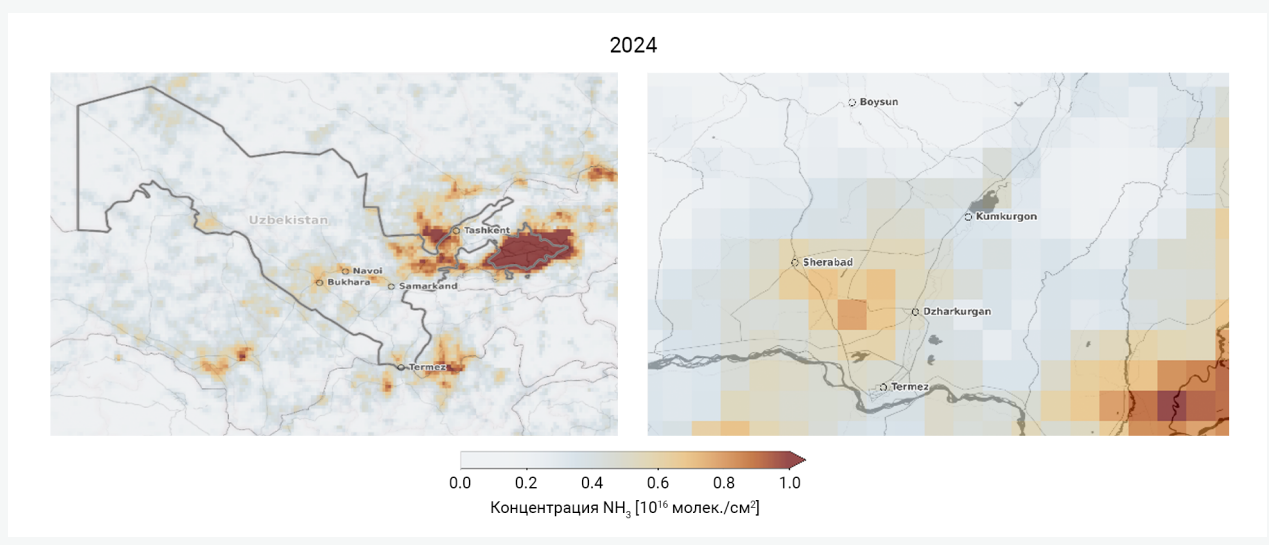
Дорожное движение также способствует повышению уровня твердых частиц в атмосфере как за счет выбросов выхлопных газов, так и за счет вторичного поднятия дорожной пыли. Несмотря на то, что природный газ является основным видом топлива для транспортных средств в Термезе и Узбекистане в целом, дорожное движение все еще способствует загрязнению воздуха $PM_{2.5}$ и PM_{10} за счет выбросов, не связанных с выхлопными газами, таких как вторичное образование дорожной пыли. Уровни диоксида азота (NO_2), вероятно, связаны с дорожным

движением, хотя станция мониторинга расположена в парке, расположенном далеко от основных магистралей, и ограниченное качество данных по NO_2 не позволяет делать однозначные выводы. Концентрации NO_2 обычно являются наиболее высокими вблизи оживленных дорог и в центре города. Целенаправленные меры по снижению уровня пыли, выбрасываемой транспортом, и поощрению более экологических вариантов передвижения с низким уровнем выбросов имеют решающее значение для улучшения качества городского воздуха в Термезе.

Транспорт, производство энергии и промышленность остаются ключевыми секторами, требующими целенаправленного контроля выбросов. Даже при использовании природного газа в качестве топлива для транспортных средств, вторично поднятая пыль все еще является одним из основных источников твердых частиц. Важнейшее значение имеют такие действия, как продвижение более чистых транспортных средств с низким уровнем выбросов, обеспечение соблюдения стандартов выбросов транспортных средств, расширение инфраструктуры для электромобилей и реализация регулярных мер по пылеподавлению в городе. В сфере энергетики и промышленности приоритетными мерами являются переход на более чистые виды топлива и технологии, строгое соблюдение предельных значений выбросов, а также совершенствование систем выдачи экологических разрешений, мониторинга и инспекций.

Выбросы аммиака (NH_3) в Термезе весьма высоки и могут быть существенным источником вторичных частиц $\text{PM}_{2.5}$. Концентрации аммиака в Термезе высоки как по данным наземных, так и спутниковых измерений, что указывает на существенные и широко распространенные в пространстве выбросы. Вероятными источниками являются сельскохозяйственная деятельность, включая интенсивное применение удобрений и животноводство. Проведение специальной кампании по отбору проб для анализа химического состава $\text{PM}_{2.5}$ (анионов и катионов) позволит получить ценную информацию о вкладе аммиака в образование вторичных частиц в районе Термеза. Очень важно улучшение управления выбросами аммиака посредством политических и технических мер. Необходимо провести дополнительные исследования для выявления конкретных источников выбросов NH_3 в Термезе и его окрестностях и количественной оценки их вклада. Возможные варианты смягчения последствий включают

Среднегодовые концентрации NH_3 над Узбекистаном (слева) и районом Термеза (справа) в 2024 г., полученные с помощью приборов IASI на борту спутников Metop-B и -C





Пыль на листьях городского дерева в Термезе
© ЮНЕП

оптимизацию методов использования удобрений и навоза, продвижение методов ведения сельского хозяйства с низким уровнем выбросов. Реализация этих мер непосредственно снизит вторичное образование $PM_{2.5}$ и обеспечит существенные преимущества для общественного здравоохранения.

Мониторинг качества воздуха на автоматической станции мониторинга в Термезе ограничен проблемами качества данных и относительно коротким периодом эксплуатации. Хотя данные по твердым частицам считаются надежными, на данные по газообразным загрязнителям (SO_2 , NO_2 , O_3) влияют дрейф сигнала приборов и недостаточная калибровка, что приводит к высокой неопределенности измерений и делает части набора данных непригодными для использования. Период мониторинга в 20 месяцев также ограничивает возможность оценки долгосрочных тенденций. Существует острая необходимость в укреплении процедур обеспечения и контроля качества, обеспечении регулярного технического обслуживания и многоточечной калибровки приборов, а также в наращивании технического потенциала для проверки и управления данными. Развитие национального опыта в области обеспечения и контроля качества мониторинга качества воздуха должно стать приоритетной задачей перед дальнейшим расширением сети мониторинга.

Данных о наличии крупных промышленных источников загрязнения в самом Термезе не имеется, хотя региональное воздействие очевидно. В городе не было выявлено крупных стационарных источников. Однако спутниковые наблюдения указывают на сигналы сильного выброса SO_2 от Байсунского газоперерабатывающего завода, расположенного примерно в 100 км к северу. Небольшие промышленные и строительные предприятия, такие как предприятия по обработке грунта, обработке материалов и обслуживанию дорог, могут способствовать локальным выбросам твердых частиц, особенно в сухую и ветреную погоду. Кроме того, использование отработанных нефтепродуктов для отопления теплиц в холодное время года, вероятно, увеличивает местную нагрузку на загрязнение воздуха.

Необходимо провести дополнительные исследования и количественно оценить вклад каждого источника загрязнения. Эффективная работа по определению вклада источников должна включать как минимум годовую кампанию мониторинга, включающую систематический сбор образцов твердых частиц, подробный анализ химического состава и параллельный мониторинг основных газообразных загрязняющих веществ с последующим моделированием рецепторов. Это позволит городу определить относительную долю выбросов от транспорта, отопления, сельского хозяйства, пылевых источников и других секторов, что является критически важной информацией для определения приоритетов мер контроля и эффективного распределения ресурсов, а также для количественной оценки влияния природных источников на концентрацию твердых частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$.



Сельскохозяйственное поле вблизи Термеза
© ФМИ

Особая благодарность партнерам ЮНЕП за оказание финансовой поддержки. На протяжении более 50 лет ЮНЕП является ведущей всемирной экологической организацией, мобилизующей действия на основе научных данных, улучшающим уровень осведомленности, опыт и объединяющим заинтересованные стороны.

Основная программа работы ЮНЕП осуществляется благодаря гибким взносам государств-членов и других партнеров в Фонд охраны окружающей среды и планетарные фонды ЮНЕП. Эти средства позволяют принимать гибкие инновационные решения в области изменения климата, утраты природной среды и биоразнообразия, загрязнения и образования отходов.

Поддержите ЮНЕП! Больше инвестиций в людей и планету!
www.unep.org/funding