

РЕЗЮМЕ ДЛЯ ЛИЦ, ПРИНИМАЮЩИХ РЕШЕНИЯ



1. Данное исследование является первым всесторонним анализом основных источников выбросов и их влияния на концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха в Бишкеке. Таким образом, оно впервые предоставляет научно обоснованные данные о состоянии атмосферного воздуха для разработки политики лицами, принимающими решения.

В ходе исследования были изучены данные наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха (2015–2021 гг.), разработаны и проанализированы кадастры выбросов, проведено моделирование рассеивания на местном уровне и изучены спутниковые данные. Результаты данного исследования, включая *Дорожную карту для реализации приоритетных политик и мер*, могут быть использованы для определения первоочередных мероприятий по борьбе с загрязнением воздуха с акцентом на действия, оказывающие наибольшее положительное воздействие на здоровье населения. Это исследование представляет собой важную основу для дальнейшего изучения и анализа загрязнения воздуха; его результаты вносят существенный вклад в представление о загрязнении воздуха в Бишкеке, его источниках и воздействии, а также способах улучшения ситуации.

2. В Бишкеке плохое качество воздуха наблюдается в течение всего года, а экстремально высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха приходится на зимний отопительный период (примерно с октября по март). В период с 2010 по 2019 год

12–13 % (4100–5000) смертей в год в Кыргызской Республике были связаны с загрязнением воздуха. Затраты на здравоохранение, связанные с загрязнением воздуха в Кыргызской Республике, оценивались в 388 миллионов долларов США или 6% от валового национального дохода в 2015 году. Улучшение состояния атмосферного воздуха может уменьшить бремя таких заболеваний, как инсульт, болезни сердца, рак, хронические и острые респираторные заболевания, включая астму.

3. Снижение уровня загрязнения мелкодисперсными твёрдыми частицами (PM_{2.5}) является наивысшим приоритетом, поскольку воздействие высоких концентраций твёрдых частиц вызывает наиболее серьёзные последствия для здоровья человека. Данное исследование показало, что в Бишкеке среднегодовые концентрации PM_{2.5} составляют около 30 мкг/м³, что значительно выше национальных и всех международных (Европейского Союза, Агентства по охране окружающей среды США и Всемирной Организации Здравоохранения) гигиенических нормативов и рекомендаций (например, рекомендованное ВОЗ предельное значение для среднегодовой концентрации PM_{2.5} составляет 5 мкг/м³). Уровни концентраций PM_{2.5} достигают пика в зимнее время, во много раз превышая национальные предельно допустимые краткосрочные значения. Таким образом, действия по снижению PM_{2.5} должны иметь первостепенное значение, чтобы уменьшить подверженность населения высоким уровням концентраций твёрдых частиц и снизить вредное воздействие загрязнения воздуха на здоровье.

4. Наиболее опасные уровни загрязнения твёрдыми частицами ($PM_{2.5}$) возникают в результате отопления жилых домов с использованием угля (с высоким содержанием серы) в зимнее время, которые усугубляются неблагоприятными метеорологическими условиями, способствующих слабому перемешиванию воздушных масс. В первую очередь следует обратить внимание на необходимость снижения выбросов от жилого сектора. По результатам настоящего исследования, основной причиной высокого уровня $PM_{2.5}$ в зимнее время является отопление в жилом секторе, а именно в частных домах, не подключенных к сети теплоэлектростанции (ТЭЦ), использующих для отопления уголь низкого качества с высоким содержанием серы. Политика, стимулирующая использование домохозяйствами других источников отопления, отличных от угля, таких как тепловые насосы или электричество, обеспечиваемое за счёт значительного увеличения потенциала выработки возобновляемой энергии, способна существенно улучшить состояние воздуха в Бишкеке. Положительный эффект окажут также меры по повышению энергоэффективности новых и старых домов и зданий и снижению потребности в энергии.

5. Необходимо разработать планы действий для эпизодов с высокими и экстремально высокими уровнями загрязнения воздуха. Качество воздуха может быстро ухудшаться как на короткий, так и на длительный периоды времени. Ежедневные оповещения о состоянии атмосферного воздуха, особенно в зимнее время, могут предоставить информацию и рекомендации населению для принятия мер по защите своего здоровья.

6. Выбросы ТЭЦ оказывают ограниченное воздействие на состояние приземного слоя воздуха в Бишкеке, и поэтому действия, направленные на уменьшение выбросов на ТЭЦ, скорее всего, окажут минимальное влияние на снижение подверженности населения в Бишкеке загрязнению воздуха. В данном исследовании впервые проведено моделирование выбросов от ТЭЦ и их влияния на приземные концентрации различных загрязнителей. Согласно результатам, практически при

любых метеорологических условиях ТЭЦ оказывает незначительное влияние на приземные уровни концентраций мелких твёрдых частиц ($PM_{2.5}$), диоксида серы (SO_2) и диоксида азота (NO_2). Анализ показал, что вклад ТЭЦ в приземные концентрации $PM_{2.5}$ и PM_{10} менее 1 %, а в приземные концентрации SO_2 в других частях города — менее 10%. Таким образом, несмотря на то, что выбросы от ТЭЦ могут быть высокими по сравнению с другими источниками, ТЭЦ не является основной причиной наиболее опасных уровней загрязнения воздуха в Бишкеке в зимнее время. Благодаря высоким дымовым трубам загрязнение рассеивается по Чуйской долине в сторону от Бишкека, а также на ТЭЦ используется оборудование для контроля выбросов.

В зимнее время в Бишкеке бывают периоды, когда в результате определённых метеорологических условий перемешивание воздушных масс в приземном слое воздуха сильно затруднено, что отрицательным образом сказывается на качестве воздуха. Однако верхняя часть основной трубы ТЭЦ, как правило, расположена выше этого слоя, и, следовательно, выбросы рассеиваются на достаточно большом расстоянии от поверхности земли. Таким образом, в то время как контроль за выбросами ТЭЦ, возможно, не является самой приоритетной мерой для улучшения состояния воздуха в Бишкеке, тем не менее, важно осуществить быстрый переход от ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии с низким уровнем выбросов в соответствии с климатической повесткой дня.

7. Ещё одним основным источником загрязнения воздуха в Бишкеке является транспорт. Согласно кадастрам выбросов, разработанным в ходе данной оценки, автомобильный транспорт является самым крупным источником оксидов азота (NO_x) и значительным источником мелкодисперсных твёрдых частиц ($PM_{2.5}$). Наиболее пагубное воздействие на здоровье людей в городских районах обычно связано с $PM_{2.5}$, однако высокие уровни концентраций NO_x также имеют большое значение. Выбросы от дорожного движения обычно оказывают существенное влияние на качество воздуха, поскольку они попадают в воздух на приземном уровне. Среднегодовые концентрации NO_2 ,

измеренные в фоновом районе Бишкека, составляют около 40 мкг/м^3 , что превышает рекомендованные предельные значения ВОЗ, соответствуют предельному уровню ЕС и ниже предельно допустимого уровня США, установленного Агентством по охране окружающей среды США. Вполне вероятно, что концентрации NO_2 выше в условиях дорожного движения по сравнению с концентрациями, измеренными на городской фоновой станции. Требуется больше данных о транспорте, в частности, точное количество транспортных средств, характеристики автопарка, уровень активности, использование и распределение видов топлива, чтобы подготовить карты выбросов дорожной сети и показать, на какие районы Бишкека приходятся самые высокие выбросы от дорожного транспорта. Также для более точного понимания влияния выбросов от транспортных средств на уровни загрязнения воздуха необходимы наблюдения за состоянием атмосферного воздуха (особенно NO_2) в условиях дорожного движения.

8. Меры по снижению выбросов от дорожного транспорта также являются приоритетными и включают в себя снижение выбросов выхлопных газов (с помощью установки каталитических нейтрализаторов, регулирования выбросов, реформирования стандартов топлива), а также инвестирование в общественный транспорт и его существенную модернизацию. Другие меры политики, такие как постепенный вывод старых большегрузных автомобилей с городских дорог, также приведут к снижению выбросов от транспорта.

9. Улучшение управления отходами приведёт к снижению токсичных выбросов в атмосферный воздух. На территории Бишкека расположен крупный санитарный полигон — Бишкекская санкционированная свалка, где постоянно происходят неконтролируемые пожары, оказывающие сильное негативное влияние на качество воздуха в прилегающих районах. Неконтролируемое сжигание отходов приводит к образованию множества токсичных соединений и канцерогенных загрязнителей воздуха, таких как полициклические ароматические углеводороды, которые представляют угрозу

для здоровья людей, особенно живущих поблизости. Необходимо принять меры для максимально возможного контроля над пожарами. В более широком смысле улучшение управления отходами в городе, например, путём внедрения сортировки и переработки отходов, может уменьшить объём отходов, поступающих на свалку, а современные технологии переработки отходов в энергию могут быть использованы для выработки тепла и электричества.

10. При сценарии «обычного хода деятельности» к 2040 году ожидается значительное повышение уровней выбросов всех основных загрязняющих веществ. Для Бишкека был разработан кадастр выбросов, содержащий ежегодные оценки выбросов основных загрязнителей воздуха с 2000 года и прогнозы выбросов до 2040 года. По оценкам, к 2040 году выбросы $\text{PM}_{2.5}$ увеличатся на три пятых (60%) в основном за счёт увеличения выбросов от сжигания топлива в домохозяйствах; выбросы NO_x увеличатся почти на две трети (63%) преимущественно по причине увеличения выбросов от транспорта, особенно с бензиновыми двигателями; а выбросы SO_2 вырастут наполовину (50%) за счёт выбросов от ТЭЦ. Важно отметить, что объёмы выбросов не соотносятся напрямую с уровнями концентраций загрязнителей на приземном уровне. Например, источники небольших объёмов выбросов, расположенные ближе к приземному уровню, могут быть причиной более высоких уровней концентраций загрязняющих веществ, чем крупные источники загрязнителей, выбрасываемых в вышерасположенных слоях (например, через высокие дымовые трубы или дымоходы). Таким образом, для правильного определения основных причин загрязнения атмосферного воздуха на приземном уровне важно понимание контекста выбросов и, по возможности, проведение моделирования их рассеивания.

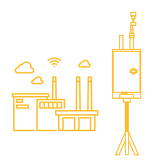
11. Возможности контроля загрязнения воздуха на уровне отдельных людей ограничены, поэтому необходимы действия со стороны разработчиков политики на местном, национальном и региональном уровнях. Сокращения выбросов можно добить-

ся во многих секторах, включая энергетику, транспорт, жилищное строительство, производство электроэнергии, управление муниципальными и сельскохозяйственными отходами. Можно расширить доступ к недорогим бытовым энергетическим решениям и повысить энергоэффективность. Выбросы от дорожного транспорта можно снизить с помощью политики «избегать-изменить-улучшать», избегая необязательного использования транспорта путём улучшения городского планирования, переходя на более экологичные виды транспорта и совершенствуя технологии, используемые в транспорте для снижения выбросов. Энергоэффективность зданий можно повысить, сократив при этом потребление энергии. Выбросы от выработки электроэнергии могут быть снижены за счёт перехода на топливо с низким уровнем выбросов и возобновляемые источники энергии, не требующие сжигания, такие как солнечная, ветровая и гидроэнергия. Стратегии, направленные на сокращение и сортировку отходов, их переработку и повторное использование, а также применение наилучших доступных технологий могут снизить выбросы от бытовых и сельскохозяйственных отходов.

12. Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха были обновлены в 2021 году и содержат оценку последствий загрязнения воздуха для здоровья, а также рекомендуемые пороговые значения концентраций вредных для здоровья человека уровней загрязнения. **Снижение загрязнения воздуха в соответствии с рекомендациями ВОЗ является первоочерёдной задачей, которая может быть выполнена путём достижения промежуточных целей за счёт поэтапного снижения высокого уровня загрязнения воздуха.**

13. **Необходимо усилить управление качеством воздуха в Бишкеке для защиты от негативного воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека и окружающую среду.** Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха проводится лишь частично, а разработка и внедрение политики по снижению уровней загрязнения воздуха лицами, принимающими решения, носят ограниченный характер. Существующие государственные инструменты

управления качеством воздуха недостаточны для предоставления надёжных данных о его состоянии для дальнейшей поддержки принятия решений и информирования граждан об уровне загрязнения. Для оценки качества воздуха и анализа воздействия и эффективности принятых мер по борьбе с загрязнением необходима не только надёжная, высококачественная сеть мониторинга, но и подробный высококачественный кадастр выбросов. Важно, чтобы они не только были созданы, но и функционировали/поддерживались в долгосрочной перспективе.



Наблюдение за состоянием атмосферного воздуха является одним из краеугольных камней управления качеством воздуха.

Необходимо усовершенствовать систему наблюдения за качеством воздуха в Бишкеке путём установки большего количества мониторинговых станций референтного уровня для соблюдения требований к проведению мониторинга, а также повысить потенциал экспертной организации, ответственной за эксплуатацию сети, обработку и анализ данных.

Существующая система наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха недостаточна для предоставления надёжных данных о качестве воздуха для поддержки принятия решений, информирования и защиты граждан. Станции наблюдения должны соответствовать современным стандартам качества для мониторинга загрязнения воздуха, располагаться в местах, представляющих различные условия и районы (транспорт, промышленность, городской фон и сельский фон), и измерять основные загрязнители воздуха, включая твёрдые частицы ($PM_{2.5}$ и PM_{10}), оксиды азота (NO_x , NO_2), диоксид серы (SO_2), озон (O_3) и монооксида углерода (CO). Улучшение мониторинга качества воздуха позволит получить более глубокое понимание загрязнения воздуха в Бишкеке, в том числе его пространственных вариаций, благодаря чему лица, принимающие решения, смогут реализовывать более эффективные политические меры. Создание сети наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха референтного уровня требует значительных

и долгосрочных инвестиций и затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание, но вместе с тем позволит получить точную информацию о качестве воздуха и производить данные для анализа основных источников выбросов, обеспечивая тем самым научно обоснованное формирование политики.



Малобюджетные датчики качества воздуха играют важную роль в информировании населения о загрязнении воздуха в Бишкеке и предоставлении населению оперативной информации о состоянии воздуха.

В Бишкеке растёт число недорогих датчиков и их сетей, эксплуатируемых различными организациями, включая государственную гидрометеорологическую службу. Малобюджетные датчики являются индикативными, удобными в использовании и доступными инструментами мониторинга качества воздуха. Они могут дополнять сеть референтных станций мониторинга для информирования населения о качестве воздуха в режиме реального времени. Плотные сети датчиков, такие как в Бишкеке, могут также помочь составить карту качества воздуха для всего города и использоваться для выявления наиболее загрязнённых районов и планирования расположения станций наблюдения референтного уровня. В настоящее время качество датчиков не соответствует требованиям Европейского Союза по мониторингу. Несмотря на это, они остаются бесценным инструментом для предоставления индикативной информации о состоянии атмосферного воздуха, выявления очагов загрязнения воздуха, поддержки развития более сложных сетей наблюдения и особенно важны в условиях недостатка ресурсов.



Важное значение имеет совершенствование законодательства в области охраны атмосферного воздуха, а также эффективная координация и администрирование систем, поддерживающих управление качеством воздуха.

Существующее законодательство основано на определении предельно допустимых концентраций (ПДК) и не соответствует международным нормативам, основанным на последних научных данных о негативном воздействии загрязнителей воздуха. Именно поэтому требуется совершенствование существующего законодательства. Аналогичным образом, для повышения эффективности процесса управления качеством воздуха в национальном законодательстве важно определить институт, ответственный за координацию, управление и контроль процесса борьбы с загрязнением воздуха.

14. Загрязнение атмосферного воздуха и изменение климата взаимосвязаны, и улучшение состояния воздуха является частью климатической повестки дня. Сжигание ископаемого топлива на сегодняшний день является крупнейшим источником загрязнения воздуха. Поэтому сокращение использования ископаемых видов топлива является приоритетом не только для улучшения качества воздуха, но и наиболее важной мерой для смягчения последствий изменения климата. Таким образом, подавляющее большинство мер по предотвращению загрязнения воздуха могут внести значительный вклад в смягчение последствий изменения климата и наоборот. Более того, инвестиции в меры по борьбе с изменением климата часто окупаются уже в краткосрочной перспективе за счёт сопутствующих выгод, связанных с улучшением качества воздуха, благодаря экономии средств в секторе здравоохранения.