



ВЕСНА
2023

СЕЗОННЫЙ ОТЧЕТ
ПО КАЧЕСТВУ АТМОСФЕРНОГО
ВОЗДУХА В БИШКЕКЕ

ОБЗОР ДАННЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ

Период:
Март - Май 2023 г.

MOVE GREEN



3 ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

4 АННОТАЦИЯ

5 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

9 СТАНЦИИ МОНИТОРИНГА
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В БИШКЕКЕ

12 АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ
ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ (PM_{2.5}) — ДАТЧИКИ «МУВГРИН»

16 АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ
ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ (PM_{2.5}) — СТАНЦИЯ ПОСОЛЬСТВА США

19 ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

23 КРАТКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

24 РЕКОМЕНДАЦИИ

26 ПРИЛОЖЕНИЕ (СПИСОК ССЫЛОК)

i. Данная публикация профинансирована за счет государственного департамента США. Мнения, выводы и заключения, изложенные здесь, принадлежат авторам и необязательно отражают точку зрения государственного департамента США.

ii. Автор фотографии на титульном листе отчета — Николай Гладков.

ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

AirKaz	Датчики определения качества воздуха, установленные ОО «МувГрин»
EPA	Агентство по охране окружающей среды США
PM_{2.5}	Мелкодисперсные частицы (англ. particulate matter), размеры которых менее 2.5 микрометров
PM₁₀	Мелкодисперсные частицы (англ. particulate matter), размеры которых менее 10 микрометров
TSP	Сумма взвешенных частиц (англ. total suspended particles), общая концентрация взвешенных частиц в воздухе
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения
ПДК	Предельно допустимая концентрация
США	Соединенные Штаты Америки
КР	Кыргызская Республика
Мкм	Микрометр
мкм/м³	Концентрация загрязняющих веществ в кубическом метре воздуха в микрограммах
ИКВ	Индекс качества воздуха
ПНЗ	Посты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха

АННОТАЦИЯ

Отчет по оценке качества воздуха в Бишкеке за весенний сезон предназначен для использования в качестве информационного документа для государственных, неправительственных и международных организаций, ученых-исследователей, местного населения и всех заинтересованных в проблеме загрязнения атмосферного воздуха в городе Бишкек.

Отчет подготовлен Общественным Объединением «MoveGreen» (ОО «МувГрин») в рамках проекта «Укрепление потенциала по управлению качеством воздуха в Центральной Азии».

В отчете собраны данные по концентрациям мелкодисперсных твердых частиц (PM_{2.5}) из следующих источников:

- Датчики AirKaz, установленные ОО «МувГрин»;
- Датчики PurpleAir, установленные ОО «МувГрин»;
- Станция на территории Посольства США.

Анализ данных за весенний период (март-май 2023 г.) по PM_{2.5} в городе Бишкек показал, что качество воздуха весной было удовлетворительное, от 52 до 97% дней не имели превышения суточных нормативов КР (35 мкг/м³).

Самым «загрязненным» месяцем был март, среднее за месяц значение загрязнения PM_{2.5} составило 0.9-3.1 ПДК, а в отдельные дни могло достигать 5.7 ПДК. Уровень загрязнения твердыми частицами различен в различных частях города. В апреле и мае среднее значение за месяц концентрации твердых частиц не превысило ПДК во всех частях города.

Анализ данных по концентрациям PM_{2.5} в зависимости от времени суток показал, что в южной части города в среднем за сезон концентрации PM_{2.5} в атмосферном воздухе малы (ниже уровня ПДК) и мало изменяются в течении суток. В северной части города концентрации твердых частиц повышены, выше уровня ПДК, с 18:00 вечера до 08:00 утра (максимум с 20:00 до 22:00).

Уменьшение концентраций твердых частиц в весенний период в большей степени связано заключительным этапом и завершением отопительного периода, следовательно, с отсутствием источников загрязнения воздуха, таких как использование твердого топлива для обогрева частных домов местным населением, как внутри города, так и в близлежащих жилмассивах.

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ЗАГРЯЗНИТЕЛИ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ОТЧЕТ

PARTICULATE MATTER или 'PM'

С английского означает мелкодисперсные твердые частицы, это загрязнитель атмосферного воздуха, состоящий из микроскопических твердых или/и жидких взвешенных веществ.

Эти частицы могут состоять из множества компонентов, таких как сульфаты, нитраты, металлы, органический углерод, частицы пыли и многие другие (ВОЗ, 2013).¹

Ввиду того, что PM могут иметь различные химические компоненты, некоторые из них обладают канцерогенными свойствами, а также наносят различный урон здоровью человека в зависимости от размера, формы и состава частиц. Твердые частицы также влияют на окружающую среду, например, ухудшают видимость, т.е. могут образовать дымку.²

К основным показателям, характеризующим PM в воздухе относятся:

Total Suspended Particles или **TSP** — сумма взвешенных частиц, т.е. общая концентрация взвешенных частиц в воздухе.

PM₁₀ — частицы с аэродинамическим диаметром менее 10 микрометров (мкм).

PM_{2.5} — частицы с аэродинамическим диаметром менее 2.5 мкм.

PM₁ — частицы с аэродинамическим диаметром менее 1 мкм.

На рисунке 1 наглядно показаны, насколько микроскопичны частицы (PM₁₀, PM_{2.5}).

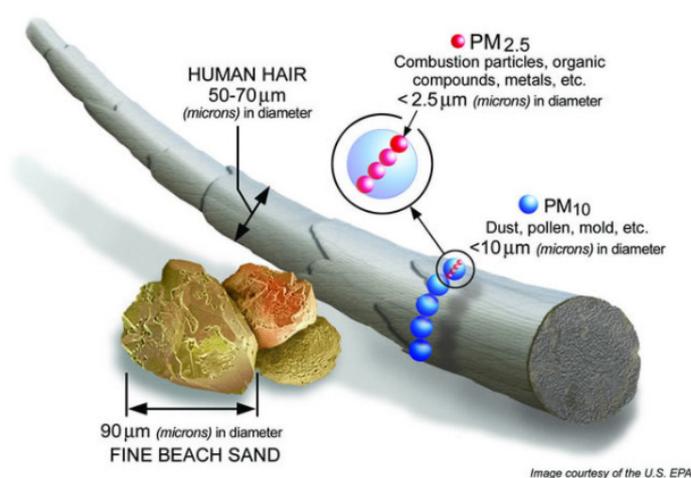


Рисунок 1.³ Размеры мелкодисперсных твердых частиц (PM₁₀ и PM_{2.5}) по сравнению с человеческим волосом и песчинкой.

ИСТОЧНИКИ ЧАСТИЦ. Источники РМ можно разделить на две группы:

1. **Природные**, т.е. частицы, которые образуются в результате естественных процессов, например, пыль, переносимая ветром (в основном в грубой фракции РМ₁₀);
2. **Антропогенные**, частицы, которые образуются в результате человеческой деятельности, таких как сжигание ископаемого топлива (уголь, нефтяные продукты), дров, сельскохозяйственных отходов и другие. Эти частицы в основном размером РМ_{2.5} и менее.

Частицы могут образовываться:

- От источников при непосредственном сбрасывании в атмосферный воздух такие частицы называют первичными РМ;
- В воздухе при различных химических реакциях, такие частицы относятся к вторичным РМ.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЗДОРОВЬЕ. РМ₁₀ и РМ_{2.5} это частицы, которые могут легко проникать в организм человека при вдыхании воздуха и отрицательно влияют на здоровье населения, вызывая респираторные, сердечно-сосудистые заболевания, а также увеличивают смертность населения.⁴

Для примера, по данным ВОЗ (2013 г.) в условиях хронической экспозиции РМ_{2.5} и при каждом увеличении концентрации на 10 мкг/м³ кардиопульмональная смертность увеличивается на 6-13%. К группе риска относятся население с заболеваемостью органов дыхательных путей и сердечно-сосудистой системы, а также пожилые люди и дети (особенно младенцы).

По данным ВОЗ (2013 и 2019)^{5,6} постоянное вдыхание частиц сокращает продолжительность жизни в среднем на 9 месяцев, около 37% случаев преждевременной смерти, произошли в результате ишемической болезни сердца и инсульта, 18% и 23% — в результате хронической обструктивной болезни легких и острых инфекций нижних дыхательных путей соответственно и 11% — в результате онкологических заболеваний дыхательных путей.

Мелкодисперсные частицы являются также одними из главных факторов снижения видимости и могут наносить различный урон природе в зависимости от их химического состава.⁵

СТАНДАРТЫ

В Кыргызской Республике Постановлением Правительства № 201 от 11 апреля 2016 года утверждены гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», которые устанавливают, что предельно допустимые максимальные разовые (ПДКм.р.) концентрации для PM_{10} и $PM_{2.5}$ не должны превышать 300 мкг/м^3 и 160 мкг/м^3 соответственно, в то же время среднесуточные (ПДКс.с.) концентрации PM_{10} и $PM_{2.5}$ не должны превышать 60 мкг/м^3 и 35 мкг/м^3 соответственно, а среднегодовые концентрации PM_{10} и $PM_{2.5}$ не должны превышать 40 мкг/м^3 и 25 мкг/м^3 соответственно (таблица 1).

Таблица 1. ПДК загрязнителей в атмосферном воздухе населенных мест по данным гигиенических нормативов КР и рекомендаций Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ)

Название загрязнителя	Гигиенические нормативы КР, (мкг/м ³)			Рекомендации ВОЗ ⁷ , (мкг/м ³)	
	Максимальная разовая	Средняя суточная	Средняя годовая	Средняя суточная	Средняя годовая
PM_{10}	300	60	40	45	15
$PM_{2.5}$	160	35	25	15	5

ИНДЕКС КАЧЕСТВА ВОЗДУХА (англ. Air Quality Index – AQI)

Индекс качества воздуха (ИКВ) — это индекс, который показывает ежедневное состояние атмосферного воздуха и как определенное загрязнение воздуха может влиять на здоровье населения. ИКВ помогает обычным людям понимать качество воздуха по показаниям и по цвету.

В международной практике ИКВ высчитывают для нескольких загрязнителей воздуха, к которым относятся также твердые частицы. Различные индексы и цветовые гаммы используются в зависимости от страны. Например, Агентство по охране окружающей среды США использует индекс, который варьируется от 0 до 500. Чем выше индекс, тем опаснее загрязнение. Значение индекса зависит от концентрации загрязнителя в атмосферном воздухе.

В зависимости от значения ИКВ, используется соответствующий цвет. Градация из шести цветов (зеленый, желтый, оранжевый, красный, фиолетовый и бордовый) показывает влияние загрязнения на здоровье население (EPA, 2018)⁸.

Ниже показана таблица 2 с ИКВ и соответствующей среднесуточной концентрации $PM_{2.5}$. Для примера, при среднесуточной концентрации, не превышающей 12 $\mu\text{кг}/\text{м}^3$ индекс в пределах 50 и фон цвета индекса зеленый, что означает удовлетворительное качество воздуха.

Таблица 2. Индекс качества воздуха и соответствующая среднесуточная концентрация $PM_{2.5}$ согласно стандартам Агентства по охране окружающей среды США⁹

Показатели	Хороший	Средний	Нездоровый для чувств. людей	Нездоровый	Очень нездоровый	Опасный
Индекс качества воздуха (AQI)	0-50	51-100	101-150	151-200	201-300	301-500
Среднесуточная концентрация $PM_{2.5}$ ($\mu\text{кг}/\text{м}^3$)	0 – 12.0	12.1 - 35.4	35.5 - 55.4	55.5 - 150.4	150.5 - 250.4	250.5 - 500.4

В таблице 3 описано, насколько определенное загрязнение в зависимости от индекса опасно для здоровья.

Таблица 3. Описание каждой категории индекса качества воздуха согласно стандартам Агентства по охране окружающей среды США (US-EPA 2019)¹⁰

0-50	хорошо	Качество воздуха считается удовлетворительным, и загрязнение воздуха представляется незначительным в пределах нормы.
51-100	удовлетворительное	Качество воздуха является приемлемым; однако некоторые загрязнители могут представлять опасность для людей, являющихся особо чувствительным к загрязнению воздуха.
101-150	нездоровый для чувствительных групп	Может оказывать эффект на особо чувствительную группу лиц. На среднего представителя не оказывает видимого воздействия.
151-200	нездоровый	Каждый может начать испытывать последствия для своего здоровья; особо чувствительные люди могут испытывать более серьезные последствия.
201-300	очень нездоровый	Опасность для здоровья от чрезвычайных условий. Это отразится, вероятно, на всем населении.
300+	опасный	Опасность для здоровья: каждый человек может испытывать более серьезные последствия для здоровья.

ИКВ используется во многих странах и приведенный пример индекса в США показывает его положительные аспекты в повышении осведомленности населения о качестве воздуха. К сожалению, в Кыргызской Республике не принята методика ИКВ и при оценке качества атмосферного воздуха официально не используется.

СТАНЦИИ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В БИШКЕКЕ

1. ДАТЧИКИ AIRKAZ, УСТАНОВЛЕННЫЕ ОО «МУВГРИН»

Для анализа были использованы данные трех датчиков AirKaz из шести возможных, так как показатели с остальных датчиков были не полными (из-за периодических технических неполадок или проблем со связью и светом) и поэтому не представили полной картины по качеству воздуха за анализируемый период. Используемые в отчете датчики AirKaz, расположены в районе микрорайона Джал — далее юго-западная часть города, на территории Кыргызского Государственного Университета Строительства, Транспорта и Архитектуры им. Н.Исанова (КГУСТА) — южная часть города, в районе рынка Алкан — северная часть города.

Датчики AirKaz определяют мелкодисперсные твердые частицы в воздухе (PM₁₀, PM_{2.5}), данные с них ежечасно передаются и отображаются (PM_{2.5}) в мобильном приложении и на сайте AQ.kg, а также на сайте <https://airkaz.org/bishkek.php>.

Датчики AirKaz сертифицированы Центром стандартизации и метрологии Министерства экономики КР (Кыргызстандарт) в марте 2019 года и внесены в Государственный реестр средств измерений Кыргызской Республики (рисунок 2).



Рисунок 2. Фотография установленного датчика AirKaz (слева) и сертификат, выданный Кыргызстандартом (справа)

2. ДАТЧИКИ PURPLEAIR, УСТАНОВЛЕННЫЕ ОО «МУВГРИН»

В качестве дополнительных данных для анализа были использованы данные двух датчиков PurpleAir. Используемые в отчете датчики PurpleAir, расположены в районе Ошского рынка — далее центральная часть города, на территории жилого массива Красный строитель — северо-западная часть города.

Датчики определяют мелкодисперсные твердые частицы в воздухе (PM_{2.5}), и данные ежечасно передаются и отображаются на сайте <https://map.purpleair.com/1/mAQI/a60/p604800/c0#10.81/42.8552/74.6351>.

3. УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА ПРИ ПОСОЛЬСТВЕ США В БИШКЕКЕ

Устройство для мониторинга качества воздуха (рисунок 3), было одобрено Агентством по Охране Окружающей Среды США (US EPA) и установлено в декабре 2018 года на территории Посольства. Позже было зарегистрировано Центром стандартизации и метрологии Министерства экономики КР (Кыргызстандарт) и внесено в Государственный реестр средств измерений Кыргызской Республики. Данные с мониторинговой станции, установленной Посольством США были скачены с сайта [https://www.airnow.gov/international/us-embassies-and-consulates/#Kyrgyzstan\\$Bishkek](https://www.airnow.gov/international/us-embassies-and-consulates/#Kyrgyzstan$Bishkek).

На сайте доступна среднечасовая концентрация PM_{2.5}. Измерение концентраций PM_{2.5} проводится ежедневно 24 часа (с 00:00 до 23:00).



Рисунок 3.¹¹ Фотография мониторинговой станции Посольства США, г. Бишкек

Более подробная информация о месторасположении вышеперечисленных мониторинговых устройств $PM_{2.5}$ приведена на карте ниже (рисунок 4).

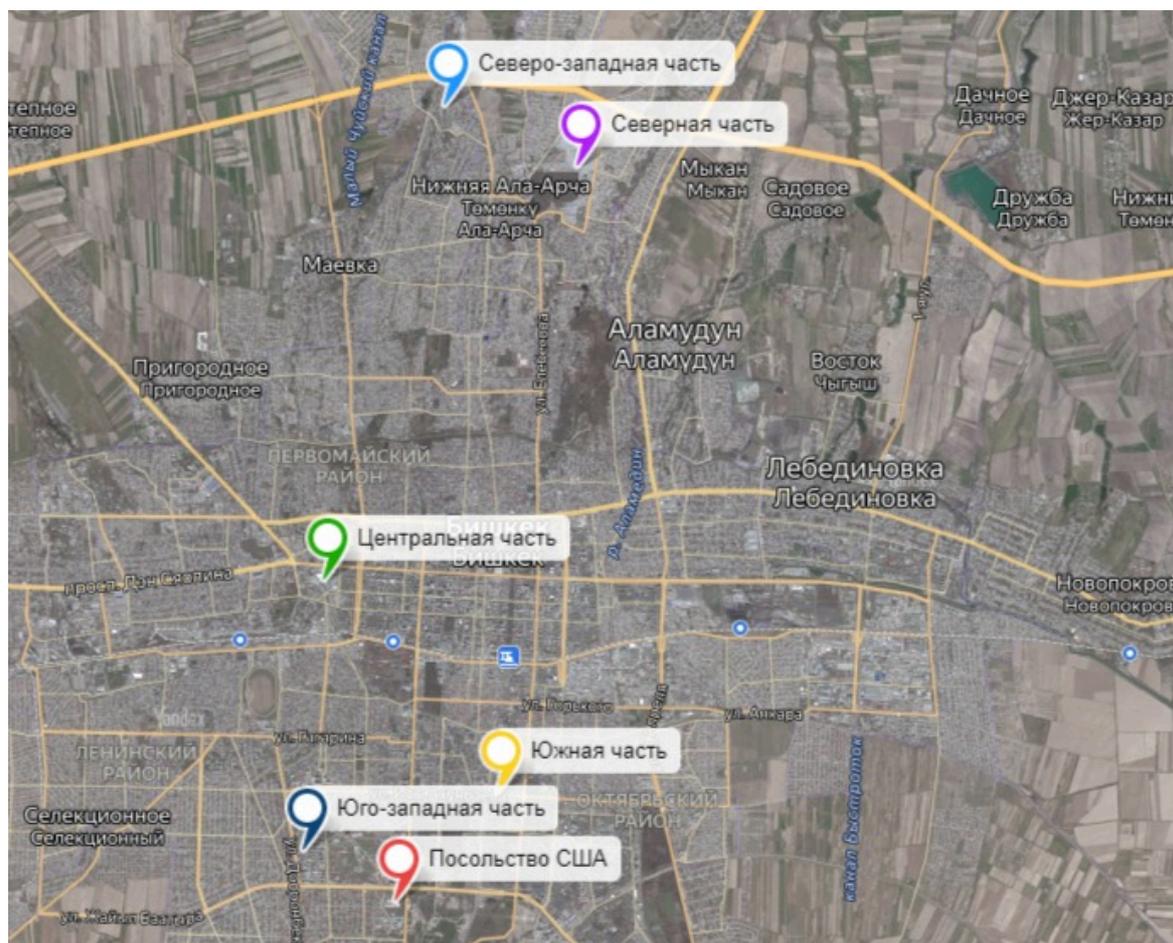


Рисунок 4. Карта города Бишкек с месторасположением мониторинговых станций по качеству воздуха ($PM_{2.5}$), используемых в отчете

Данный отчет сфокусирован на всех загрязнителях, определяемых на мониторинговых устройствах в Бишкеке описанных выше.

АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ (PM_{2.5}) – ДАТЧИКИ «МУВГРИН»

Анализ данных с датчиков ОО «МувГрин» (AirKaz и PurpleAir), расположение которых приведено на рисунке 4, показал, что качество атмосферного воздуха весной значительно улучшилось по сравнению с зимним периодом. Хотя, в марте, до окончания отопительного периода, загрязнение было относительно высоко, особенно в холодные дни, когда температура воздуха опускалась ниже 0°C, так как население вынуждено было отапливать дома. В апреле и мае, отдельные пики загрязнения воздуха связаны с изменением погодных условий, сильным ветром, и как следствие, поднятием пыли в воздух с земной поверхности. Наглядно это видно на графике 1, где приведена среднесуточная концентрация PM_{2.5} в различных частях города Бишкек весной 2023 г. с линией ПДК и ПДКм.р. КР.

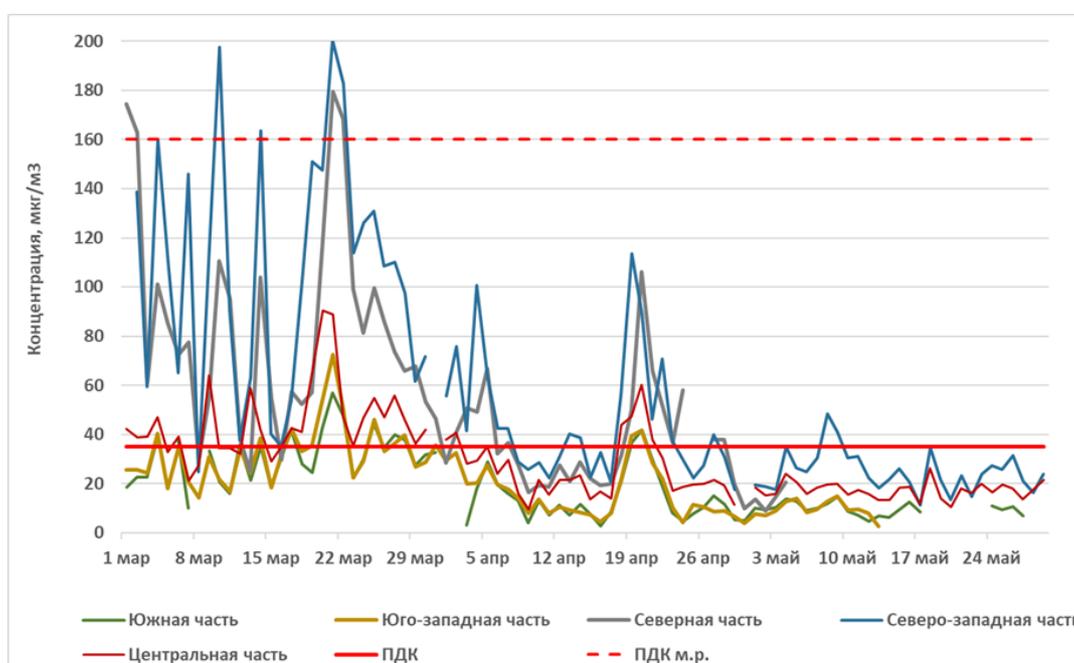


График 1. Средняя суточная концентрация PM_{2.5} в различных частях города Бишкек за весенний период с линиями ПДК КР (ПДК и ПДКм.р.)

Видно (график 1), что в марте 2023 года загрязнение города Бишкек было различным в различных частях города. Помимо других факторов, на загрязнение воздуха PM_{2.5} влиял способ отопления в районе и дополнительные источники твердых частиц, такие как свалка. В северной и северо-западной частях города наблюдалась самая большая концентрация PM_{2.5}, и, в среднем за месяц составляла соответственно 83 и 107 мкг/м³ (2,4 и 3,1 ПДК (ПДК=35 мкг/м³)).

В этих частях города расположены рынок Алкан, к которому примыкает жилой массив и жилой массив Красный строитель, которые полностью имеют печное отопление, а также в непосредственной близости от них расположена постоянно тлеющая свалка. Максимальные средние концентрации твердых частиц в отдельные дни здесь могли достигать очень больших значений, когда были превышены не только средние суточные ПДК в 5,1-5,7 раз составляя 180-200 мкг/м³, но и максимальные разовые ПДК (равна 160 мкг/м³) в 1,3 раза. Наименьшее значение концентрации РМ_{2.5} в отдельные дни опускалось ниже уровня ПДК.

В центральной части города, в районе Ошского рынка концентрации РМ_{2.5} ниже и составляют в марте — 45 мкг/м³ (1,3 ПДК). Максимальные средние концентрации твердых частиц в отдельные дни здесь равны примерно 90 мкг/м³ (2,6 ПДК), а минимальные — ниже уровня ПДК.

В южной (КГУСТА) и юго-западной (микрорайон Джал) частях города уровень загрязнения воздуха в марте практически одинаков и ниже ПДК — около 32 мкг/м³ (0,9 ПДК). Максимальные средние концентрации твердых частиц в отдельные дни достигают 72 мкг/м³ (2,1 ПДК), а минимальные — также ниже уровня ПДК.

В апреле, с окончательным прекращением отопительного сезона, как в частном секторе, так и на ТЭЦ Бишкека, средние месячные концентрация РМ_{2.5} в воздухе понизились до безопасных значений.

В южной и юго-западной частях города концентрация твердых частиц составляет, соответственно, 14 и 16 мкг/м³ или 0,5 ПДК. Во все дни месяца значения РМ_{2.5} так же не превышали ПДК, исключение — 19-20 апреля, когда в концентрации повышались до 37-42 мкг/м³ или 1,1-1,2 ПДК. Это объясняется сменой погоды и усилением ветра в эти дни.

В центральной части города загрязнение воздуха РМ_{2.5} так же не превышало ПДК — 26 мкг/м³ или 0,7 ПДК. В отдельные дни месяца максимальные средние концентрации твердых частиц достигали 38-60 мкг/м³ (1,1-1,7 ПДК).

Самыми загрязненными остаются северная и северо-западная части города со средними месячными концентрациями РМ_{2.5} 37-45 мкг/м³ (1,1-1,3 ПДК). Максимальные средние концентрации твердых частиц в отдельные дни достигают 113 мкг/м³ (3,2 ПДК).

Май отличился наименьшими концентрациями РМ_{2.5} за весь весенний сезон. Превышений средних суточных концентраций норматива КР не было на всех датчиках в городе. Традиционно, наибольшие средние месячные концентрации РМ_{2.5} наблюдались в северо-западной части города (жилмассив Красный строитель) и составили 25 мкг/м³ (0,7 ПДК), а в отдельные дни могли достигать 49 мкг/м³ или 1,4 ПДК.

В центральной и южной частях города загрязнение в среднем за месяц составило — 18 и 9 мкг/м³ или 0,3-0,5 ПДК. В отдельные дни мая концентрации РМ_{2.5} в этих частях города также не превысили ПДК.

На графике 2, колонка красного цвета показывает количество дней превышающих ПДК м.р. КР (для РМ_{2.5}), оранжевая колонка показывает количество дней превышающих ПДК КР (для РМ_{2.5}), зеленая колонка показывает количество дней превышающих нормативы рекомендованные ВОЗ (для РМ_{2.5}), а синяя колонка указывает количество дней без данных. Данные приведены для датчика, расположенного в северной части города в районе рынка Алкан. Этот датчик был выбран так как расположен в одном из самых загрязненных районов в городе. Датчик не работал в мае, поэтому в качестве аналога использованы данные с датчика, расположенного в районе жилого массива Красный строитель.

В марте (график 2), население все еще отапливало частные дома и особенно интенсивно, когда ночные температуры воздуха опускались ниже 0°C. В это время наблюдалось превышение концентраций РМ_{2.5} как по нормативам КР (ПДКс.с.=35 мкг/м³ и ПДК м.р.=160 мкг/м³), так и по нормативам ВОЗ (15 мкг/м³). Общее количество дней, с превышением среднесуточных ПДК КР составило 28 дней, из этих дней 4 дня были и с превышением ПДК м.р., а ПДК ВОЗ были превышены во все дни с наблюдением — 31 день.

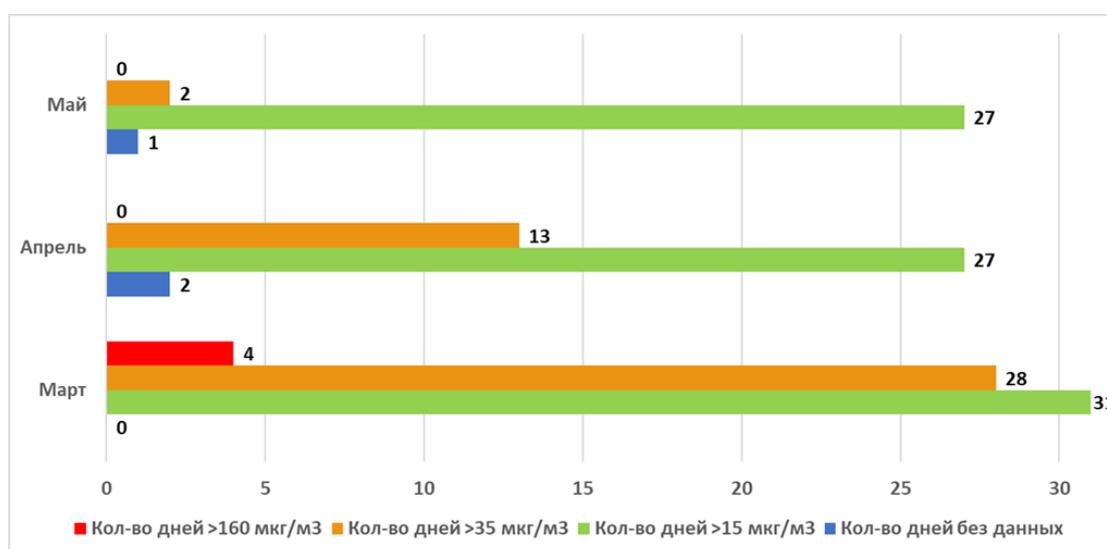


График 2. Количество дней, превышающие среднесуточные нормативы для РМ_{2.5} (КР — ПДК и ПДК м.р., ВОЗ) в атмосферном воздухе за весенний период в северной, северо-западной частях города

В апреле, с окончанием отопительного периода, количество дней с превышением среднесуточных ПДК КР для $PM_{2.5}$ уменьшается примерно в два раза до 13 дней, но все еще относительно велико число дней с превышением ПДК ВОЗ – 27 дней из 30 дней в месяце. Наблюдений не проводилось 2 дня по техническим причинам.

Май оказался самым «чистым месяцем» весны для этой части города. Превышений ПДК КР для $PM_{2.5}$ было всего 3 дня, ПДК ВОЗ были превышены 27 дней из 30 возможных. Наблюдения не проводилось 1 день по техническим причинам.

Таким образом, не смотря на установление относительно теплой погоды в марте население все еще пользуется отоплением в частном секторе, продолжается отопительный период на ТЭЦ Бишкека, поэтому наблюдается превышение ПДК по твердым частицам $PM_{2.5}$. С окончанием отопительного периода в апреле и мае, воздух города очищается от загрязнения и в большинстве случаев превышений ПДК КР не наблюдается вообще.

На графике 3 показан суточный ход концентраций $PM_{2.5}$, усредненных за весенний период (март, апрель, май) по датчикам в южной (район КГУСТА) и северной (рынок Алкан) частях города Бишкек. Следует отметить, что для рынка Алкан не учитывали май, а для района КГУСТА взяты данные за все три весенних месяца.

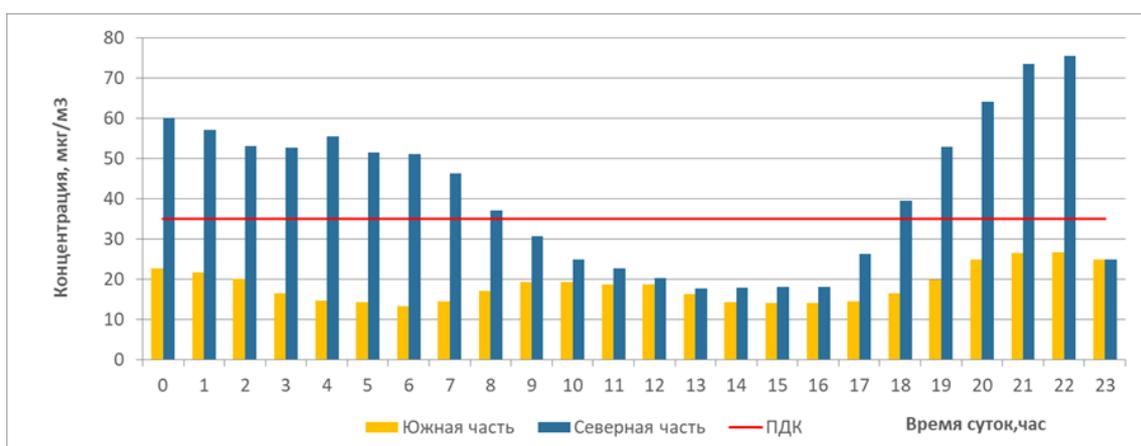


График 3. Суточный ход усредненных часовых концентрации $PM_{2.5}$ за весенний период в южной и северной частях города

Видно (график 3), в южной части города в среднем за весенний период концентрации твердых частиц во все часы суток относительно малы, ниже уровня ПДК. При этом, только в марте концентрации $PM_{2.5}$ превышают ПДК. Максимальные средние за час значения $PM_{2.5}$ выше уровня ПДК наблюдаются с 19:00 вечера до 01:00 ночи и составляют 37-43 мкг/м³ (1,1-1,2 ПДК). Небольшое повышение $PM_{2.5}$ наблюдалось в марте около полудня 12:00 и составляло 35 мкг/м³ (1,0 ПДК).

В северной части города (рынок Алкан) в среднем за весенний период концентрации твердых частиц с 18:00 вечера до 08:00 утра (максимум с 20:00 до 22:00) выше уровня ПДК и находятся в пределах 40-76 мкг/м³ (1,2-2,2 ПДК). Особенно велико значение их было в марте — в среднем в часы максимума значения достигали 153 мкг/м³ (4,4 ПДК). В апреле так же в эти часы превышены ПДК с максимальным значением 68 мкг/м³ (1,9 ПДК).

Следует отметить, что из всех трех месяцев весеннего периода наибольшие суточные значения, как и средние месячные, наблюдались в марте, так как население все еще продолжало отапливать дома углём или другим возможным топливом.

АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ (PM_{2.5}) — СТАНЦИЯ ПОСОЛЬСТВА США

Анализ данных за весенний период на станции посольства США (график 4) показал, что концентрации PM_{2.5} весной не превышали национальных нормативов КР (35 мкг/м³), кроме 3-х дней в марте.

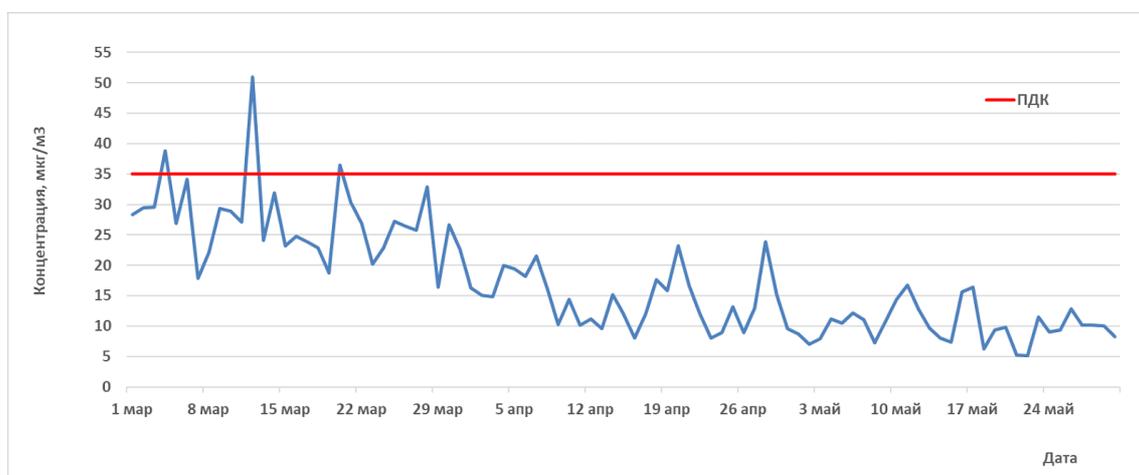


График 4. Средняя суточная концентрация PM_{2.5} в различных частях города Бишкек за весенний период с линиями ПДК КР (ПДК и ПДКм.р.)

Из графика 4 видно, наибольшие значения загрязнения пришлись, так же как и в других местах наблюдений — датчики «МувГрин», на март, когда все еще продолжался отопительный период и наблюдались относительно низкие температуры воздуха.

В марте средняя месячная концентрация $PM_{2.5}$ составила 27 мкг/м^3 (0.8 ПДК). В отдельные дни — всего таких 3 дня, наблюдались значения $PM_{2.5}$ от 37 до 51 мкг/м^3 (т.е. 1.0-1.5 ПДК). В апреле средние концентрации твердых частиц опустились до 14 мкг/м^3 (0.4 ПДК), а мае — до 10 мкг/м^3 (0.3 ПДК). Даже в отдельные дни концентрации твердых частиц в апреле и мае не вышли за пределы ПДК.

Общее количество дней, которые по загрязнению твердыми частицами $PM_{2.5}$ превысили национальные нормативы КР и ВОЗ в весенний сезон представлено на графике 5.

Дни с концентрациями $PM_{2.5}$, превышающими среднесуточные нормативы КР. (35 мкг/м^3) весной фиксировались только в марте, всего было таких 3 дня.

Согласно рекомендациям ВОЗ, концентрация твердых частиц не должна превышать 15 мкг/м^3 . Во все дни марта были превышены нормативы ВОЗ, в апреле таких было 14 дней, а в мае — был самый чистый воздух — всего 3 дня.

Дней, когда наблюдений не проводилось или они были за неполный день не фиксировалось.

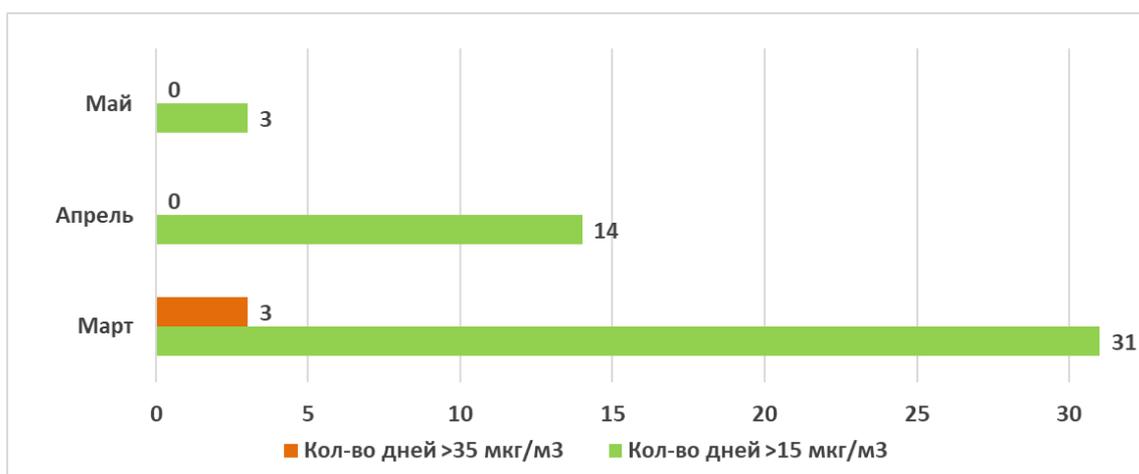


График 5. Количество дней, где превышены среднесуточные нормативы для $PM_{2.5}$ (КР и ВОЗ) в атмосферном воздухе за весенний период на станции посольства США

На графике 6 показан суточный ход концентраций твердых частиц $PM_{2.5}$ на территории Посольства США усредненный за весенний период.

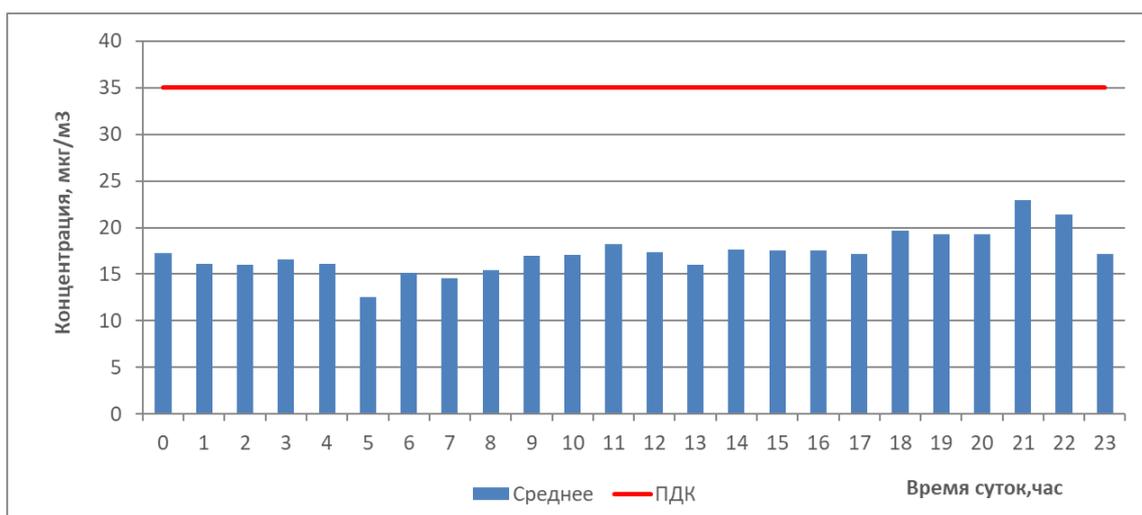


График 6. Суточный ход усредненных часовых концентрации $PM_{2.5}$ за весенний период по данным станции посольства США

Видно (график 6), что в районе станции посольства США в среднем за весенний период концентрации твердых частиц относительно малы примерно 12-23 мкг/м³, ниже уровня ПДК во все часы суток. При этом, только в марте концентрации $PM_{2.5}$ превышают ПДК. Максимальные средние за час значения $PM_{2.5}$ выше уровня ПДК наблюдаются в 21:00-22:00 и составляют 41 мкг/м³ (1,2 ПДК).

Такой суточный ход несколько отличается от данных датчика «МувГрин» в южной части города (район КГУСТА). Такие различия, возможно, объясняются расположением станции на открытом месте вблизи гор и наличием здесь горно-долинной циркуляции.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

В данном отчете были собраны данные по ежедневным концентрациям мелкодисперсных твердых частиц (PM_{2.5}) за весенний период (март-май 2023). с сертифицированных мониторинговых устройств по PM_{2.5} в городе Бишкек (таблица 5).

Анализ среднесуточных концентраций PM_{2.5} по мониторинговым станциям за три месяца показал, что качество воздуха в городе Бишкек весной было удовлетворительным, от 52 до 97% дней не имели превышения суточных нормативов КР (35 мкг/м³).

Почти весь апрель и май, а также большую часть дней марта концентрации PM_{2.5} в атмосферном воздухе не превышали допустимые нормативы в КР, на всех анализируемых мониторинговых устройствах. Наиболее загрязненным месяцем весной был март, а месяц с наименьшими концентрациями PM_{2.5} — май. При этом, загрязнение воздуха отдельных частей города было различно (таблица 5).

Таблица 5. Общее количество дней с полученными данными и количество дней превышающих ПДК КР¹² за весенний период (март-май 2023)

Месяц	Мониторинговые станции PM _{2.5}								
	Датчик Мувгрин в северной части города			Датчик Мувгрин в центральной части города			Станция посольства США, южная часть города		
	Всего дней	> ПДК	%	Всего дней	> ПДК	%	Всего дней	> ПДК	%
Март	31	28	90	30	22	73	31	3	10
Апрель	28	13	46	29	6	21	30	0	0
Май	30	2	7	30	0	0	31	0	0
Всего дней	89	43	48	89	28	31	92	3	3

Загрязнение воздуха сильно изменялось в зависимости от части города. Наиболее «чистой» была южная часть, где уже в марте качество воздуха было удовлетворительным.

Северная часть города, где расположены жилые массивы — была в марте относительно сильно загрязненным воздухом (загрязнение наблюдалось в 90% дней), в апреле воздух начал очищаться (загрязнение наблюдалось в 46% или 13 дней), а в мае было 2 загрязненных дня.

Таким образом, качество воздуха весной 2023 года было благоприятным для здоровья населения столицы, в целом по городу только в мае.

В таблице 6 указаны три максимальные среднесуточные концентрации PM_{2.5} со всех мониторинговых станций. Все максимальные значения пришлись на март,

и вышли не только за пределы ПДК, но и за пределы ПДКм.р. Наибольшие концентрации пришлись на северную и северо-западную части города.

Таблица 7 показывает состояние качества воздуха (среднесуточная концентрация $PM_{2.5}$) на каждой станции за три месяца весны с применением индекса качества воздуха — AQI Агентства по охране окружающей среды США (EPA) (Таблица 2).

Таблица 6. Три максимальных среднесуточных концентраций $PM_{2.5}$ ($мкг/м^3$) в городе Бишкек за весенний период

Станция	День 1 (макс)	День 2	День 3 (мин)
Южная часть	21.03.2023	22.03.2023	25.03.2023
	57	48	44
Юго-западная часть	21.03.2023	20.03.2023	22.03.2023
	72	55	51
Центральная часть	20.03.2023	21.03.2023	19.03.2023
	90	89	65
Северо-западная часть	21.03.2023	10.03.2023	22.03.2023
	200	197	182
Северная часть	21.03.2023	01.03.2023	22.03.2023
	180	174	169
Посольство США	12.03.2023	04.03.2023	20.03.2023
	51	39	37

Таблица 7. Количество дней в зависимости от индекса качества воздуха на мониторинговых станциях за весенний период 2023

Мониторинговое устройство $PM_{2.5}$	«Хорошие» дни	«Средние» дни	«Нездоровые» для чувств. людей дни	«Нездоровые» дни	«Очень нездоровые» дни	«Опасные» дни	Дни без данных
Южная часть	37	32	11	1	0	0	9
Центральная часть	4	58	20	7	0	0	2
Северо-западная часть	1	42	13	26	6	0	4
Станция посольства США	36	53	3	0	0	0	0

Весной, в отличие от зимы «очень нездоровых» и «опасных» дней в городе не зафиксировано, за исключением северной части города.

Наиболее «чистой» весной была южная часть города (станция Посольства США, датчик — КГУСТА) здесь наблюдалось до 37 «хороших» дней за сезон.

«Средние» дни наблюдались в основном на станции Посольства США (53 дня), а в районе КГУСТА таких дней было — 32 дня. «Нездоровых» дней для всех групп людей было зафиксировано всего 3 дня на более открытой и продуваемой ветрами станции Посольства США и 11 дней на более закрытой территории КГУСТА.

В центральной части города (район Ошского рынка) весной преобладают «средние» (58 дней) и «нездоровые» для чувствительных групп людей (20 дней) дни. Всего было 4 «хороших» и 7 «нездоровых» дней.

Северо-западная часть города ожидаемо оказалась самой загрязненной — «нездоровые» дни в сумме составили 39 дней за сезон, «очень нездоровых» дней было 6 дней. Наблюдалось достаточно много «средних дней» — 42 дня, был так же зафиксирован 1 «хороший» день.

Стоит отметить, что в конце 2012 года EPA изменил верхний предел концентраций первых трех индексов¹³, например, если для «хороший воздух» среднесуточная концентрация с 1999 года была в пределах от 0 до 15 мкг/м³ (AQI=50), то на данный момент от 0 до 12 мкг/м³ (AQI=50), т.е. стандарты по загрязнению воздуха твердыми частицами были ужесточены с целью улучшения охраны здоровья населения страны.

При этом, индекс качества воздуха до сих пор не принят в Кыргызской Республике.

График 7 показывает среднюю концентрацию PM_{2.5} за три месяца весеннего периода — март, апрель и май с данных мониторинговых устройств.

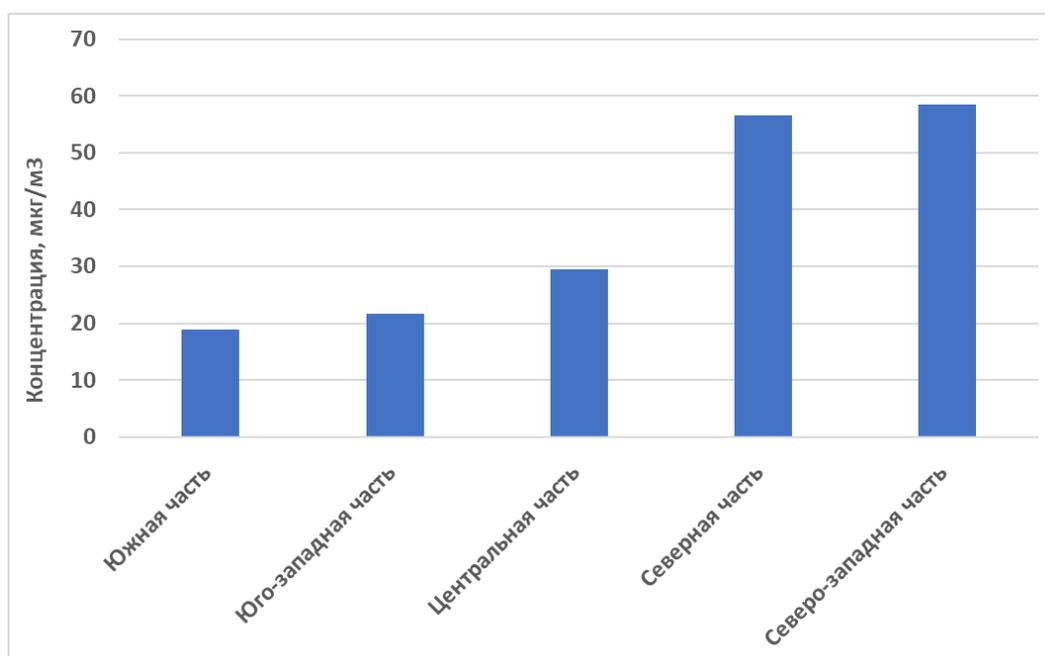


График 7. Средняя концентрация PM_{2.5} за весенний период на мониторинговых станциях в городе Бишкек

Самые высокие средние концентрации $PM_{2.5}$ за три месяца весны наблюдались в северной и северо-западных частях города 57-59 $мкг/м^3$, что выше уровня ПДК в 1,7 раз.

В центральной части города средняя концентрация $PM_{2.5}$ составила около 30 $мкг/м^3$. Относительно высокие значения здесь, скорее всего, связаны с месторасположением датчика, где имеются множество автомагистралей, рынок (Ошский рынок) с постоянными пробками, большое скопление частного сектора и плохая продуваемость из-за застроенной территории.

Наиболее чистая — южная часть города — здесь среднее за сезон значение загрязнения составляет около 20 $мкг/м^3$. Некоторое колебание в значении концентраций $PM_{2.5}$ объясняется закрытостью и продуваемостью датчиков относительно ветров горно-долинной циркуляции.

КРАТКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Качество воздуха по мелкодисперсным твердым частицам (PM_{2.5}) в городе Бишкек, как показали мониторинговые устройства ОО «МувГрин» и Посольства США, весной 2023 года было в удовлетворительном, от 52 до 97% дней не имели превышения суточных нормативов КР (35 мкг/м³).
2. Загрязнение города Бишкек было различно в различных частях города. Самые высокие средние концентрации PM_{2.5} за три месяца весны 2023 года зафиксированы в северных частях города, а самые низкие — отмечались в его южных частях.
3. Самые высокие среднесуточные концентрации PM_{2.5} на всех станциях наблюдались в марте, превышали ПДК до 3,1 раз, а в отдельные дни марта могли достигать 5,7 ПДК. Самые низкие среднесуточные концентрации PM_{2.5} на всех станциях фиксировались в мае и составляли 0.3-0.7 ПДК.
4. По данным датчиков ОО «МувГрин», в южной части города концентрации PM_{2.5} в атмосферном воздухе в различные часы суток в среднем за сезон были малы (ниже уровня ПДК) и мало изменялись в течении суток. В северной части города концентрации твердых частиц были повышены, выше уровня ПДК, с 18:00 вечера до 08:00 утра (максимум с 20:00 до 22:00). На станции посольства США концентрации PM_{2.5} в атмосферном воздухе в различное время суток также малы (ниже уровня ПДК) и мало изменяются в течении суток.
5. Концентрации PM_{2.5} на всех станциях зависели от месторасположения, времени суток, и источников загрязнения воздуха. Улучшение качества воздуха отмечались на всех станциях в весенний период в апреле и мае.

РЕКОМЕНДАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННЫМ ОРГАНАМ

- Проводить оповещение жителей при высоком уровне загрязнения воздуха.
- Проводить разъяснительную работу среди населения в течение всего года о том, как их деятельность (сжигание листвы, шин, пластика и другого мусора) ухудшает качество воздуха и какое влияние это оказывает на здоровье людей.
- Проводить разъяснительную работу среди населения в течение всего года по утеплению домов и какую это может принести экономию в бюджет домохозяйства и положительное влияние на качество атмосферного воздуха.
- Развивать общественный транспорт, т.е. введение политики обеспечения максимальной комфортности пользования общественным транспортом при одновременном создании неудобств для использования личного транспорта на примере зарубежных городов.
- Запустить в Бишкеке пилотные отдельные линии для общественного транспорта на нескольких улицах.
- Заложить строительство велодорожек, соединяющих рабочий центр и спальные районы Бишкека в 2023 году.
- Создать комиссию и провести независимую оценку использования угля на столичной ТЭЦ.
- Создать зоны с ограниченным использованием транспорта в городе.

ГРАЖДАНСКОМУ ОБЩЕСТВУ И НАУЧНОМУ СООБЩЕСТВУ:

- Объединить усилия и создать базу данных всех исследований и работ по экологии в г. Бишкек и, в частности, по загрязнению воздуха.
- Быть более проактивными на общественных слушаниях с участием государственных органов и продвигать современные методы борьбы как с загрязнением воздуха, так и с экологическими проблемами города в целом.

НАСЕЛЕНИЮ:

- Следить за качеством воздуха в г. Бишкек в мобильном приложении AQ.kg, разработанном ОО «МувГрин» и на сайте (www.aq.kg), на сайте Кыргызгидромет (<http://meteo.kg>), со станции посольства США на сайте [https://www.airnow.gov/international/us-embassies-and-consulates/#Kyrgyzstan\\$Bishkek](https://www.airnow.gov/international/us-embassies-and-consulates/#Kyrgyzstan$Bishkek).
- Проводить прогулки и занятия спортом утром или в дневное время, в зависимости от места проживания, желательно в парковой зоне и подальше от автомагистралей в безопасное время, когда воздух наиболее чистый.
- Рекомендуется для всех групп населения носить маски (специальные защищающие от PM_{2.5}) при высоких уровнях загрязнения атмосферного воздуха.
- Не открывать окна при высоком уровне загрязнения атмосферного воздуха для проветривания.
- Не сжигать в печах и на открытом воздухе пластик, шины, отходы от текстильной промышленности, а также листья.
- Утеплить свой дом (для жителей частного сектора и квартирных домов).
- Использовать очиститель воздуха/фильтр внутри помещений, если это возможно.

ПРИЛОЖЕНИЕ (СПИСОК ССЫЛОК)

¹ Health effects of particulate matter. WHO, 2013.

https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf

² Health and environmental effects of particulate matter (PM), EPA.

<https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environment-effects-particulate-matter-pm>

³ Рисунок заимствован с сайта Агентства по Охране окружающей среды в США (US EPA).

<https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>

⁴ Health effects of particulate matter. WHO, 2013.

https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf

⁵ Health and environmental effects of particulate matter (PM), EPA.

<https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>

⁶ <https://apps.who.int>

⁷ Качество атмосферного воздуха и здоровье. ВОЗ, 2021.

[https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

⁸ Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI). EPA, 2018.

<https://www.airnow.gov/sites/default/files/2020-05/aqi-technical-assistance-document-sept2018.pdf>

⁹ О качестве воздуха и измерениях загрязнения.

<https://aqicn.org/404/ru/>

¹⁰ О качестве воздуха и измерениях загрязнения.

<https://aqicn.org/404/ru/>

¹¹ Фотография с сайта Посольства США в КР.

<https://kg.usembassy.gov/ru/u-s-embassy-air-quality-monitor-officially-registered-by-kyrgyz-standard-ru/>

¹² Среднесуточные нормативы КР для PM_{2.5} в атмосферном воздухе =35 мкг/м³.

¹³ Revised air quality standards for particle pollution and updates to the air quality index (AQI). EPA, 2012.

https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-04/documents/2012_aqi_factsheet.pdf