



**ЗИМА
2022-2023**

**СЕЗОННЫЙ ОТЧЕТ
ПО КАЧЕСТВУ АТМОСФЕРНОГО
ВОЗДУХА В БИШКЕКЕ**

ОБЗОР ДАННЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ

Период:

Декабрь 2022, Январь и Февраль 2023

MOVE GREEN



3 ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

4 АННОТАЦИЯ

5 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

11 СТАНЦИИ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО
ВОЗДУХА В БИШКЕКЕ

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

19 АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ
ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ (PM_{2.5}) ПО ДАННЫМ КЫРГЫЗГИДРОМЕТА

21 АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗОВ —
ПОСТЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА КЫРГЫЗГИДРОМЕТА

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

26 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

31 КРАТКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

32 РЕКОМЕНДАЦИИ

34 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 — Михаил Дудин, независимый фотограф.

ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

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

АННОТАЦИЯ

Отчет по оценке качества воздуха в Бишкеке за зимний 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») с использованием данных Гидрометеорологической службы при Министерстве чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики (Кыргызгидромет) 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 Clarity Node-S, установленные Кыргызгидрометом;
- Станция на территории Посольства США.

Также включены данные по другим загрязнителям, измеряемым на постах наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха Кыргызгидромета.

Анализ данных за зимний период (декабрь 2022-февраль 2023) по PM_{2.5} в городе Бишкек показал, что качество воздуха зимой было неудовлетворительное. Средние за сутки концентрации PM_{2.5} в атмосферном воздухе превышали допустимые нормативы в КР — не только средние суточные, но и максимальные разовые (таким воздухом можно дышать не 24 часа без вреда для здоровья, а только 20-30 минут). Так, средние нормы были превышены во все дни зимы, а максимально разовые до 44 и 58% дней в декабре и январе. Самым холодным месяцем был январь и соответственно самым «грязным», среднее за месяц значение загрязнения PM_{2.5} составило 5.8 – 8.2 ПДК, а в отдельные дни могло достигать 14.6-16.2 ПДК, в зависимости от района города.

Среднемесечные концентрации диоксида азота (NO₂) и формальдегида (НСОН) за зимний период по данным ПНЗ Кыргызгидромета превышали среднесуточные ПДК КР от 1.5 до 1.7 раз (21-24 дня) и от 1.7 до 2.3 раз (22-25 дней), соответственно в зависимости от месяца.

Анализ данных по концентрациям PM_{2.5} в зависимости от времени суток показал, что наибольшие концентрации наблюдались с 19:00 вечера до 02:00 ночи по данным датчиков ОО «МувГрин». На станции Посольства США максимальные значения PM_{2.5} наблюдались в днем в 14:00-15:00 и вечером в 20:00-21:00. Особенно велико значение их было в январе, в отдельные дни наблюдались концентрации 611-732 мкг/м³, а это превышает средние нормативы до 17,5-20,9 раз или максимальные разовые до 3,8-4,6 раз.

Самые низкие концентрации по данным датчиков ОО «МувГрин» отмечались утром в 05:00-06:00 и с 13:00 дня до 16:00 вечера, а на станции Посольства США — утром с 07:00 до 10:00. Даже в относительно «чистом» феврале они не опускались ниже средних нормативов.

Более высокие концентрации $PM_{2.5}$ в зимний период были отмечены датчиками «МувГрин» в западной части города (жилмассив Ала-Тоо), а низкие — в южной — в районе станции Посольства США.

Увеличение концентраций твердых частиц в зимний период связано с такими источниками загрязнения воздуха, как использование твердого топлива для обогрева частных домов местным населением, как внутри города, так и в близлежащих жилмассивах. Необходимо отметить, что метеорологические условия (штиль, слабый ветер, туман, инверсия) также внесли вклад в накопление загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ЗАГРЯЗНИТЕЛИ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ОТЧЕТ

1. *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.

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

***PM*_{2.5}** — частицы с аэродинамическим диаметром менее 2.5 мкм.

***PM*₁** — частицы с аэродинамическим диаметром менее 1 мкм.

На рисунке 1 наглядно показаны, насколько микроскопичны частицы (PM_{10} , $PM_{2.5}$).

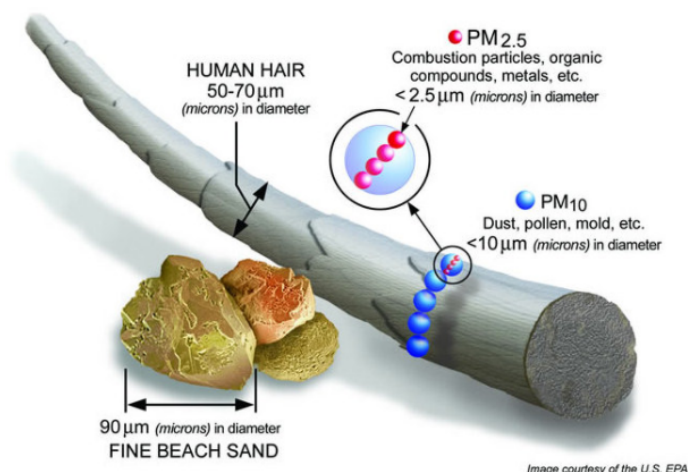


Рисунок 1.3 Размеры мелкодисперсных твердых частиц (PM₁₀ и PM_{2.5}) по сравнению с человеческим волосом и песчинкой.

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

2. ГАЗЫ

ДИОКСИД АЗОТА ИЛИ NO_2 ^{6,7}

NO_2 представляет собой газ характерного бурого цвета. Его отличительной особенностью является резкий, удушливый запах. Также вещество может переходить в другое агрегатное состояние под влиянием определенных температур – при высоких значениях газ становится жидкостью. Оно полностью теряет характерный для газообразного состояния цвет, но сохраняет удушливый запах.

NO_2 и другие оксиды азота (NO_x) вступают в реакцию с другими химическими веществами в воздухе и образуют твердые частицы (вторичные РМ). Все эти загрязнители в воздухе, вредны при вдыхании для здоровья.

ИСТОЧНИКИ NO_2 В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ. Диоксид азота относится к одним из самых распространенных видов выбросов в атмосферу, имеющих антропогенное происхождение. Источником могут быть различные продукты сгорания и отходы предприятий промышленного сектора.

Один из основных источников загрязнения воздуха диоксидом азота — автомобили, в первую очередь низкого экологического класса и дизельные. Также свой вклад вносят объекты энергетики, теплоснабжения, промышленность.

Значительный рост количества личных автомобилей усугубляют эту проблему. Растущая интенсивность движения без развития общественного транспорта приводит к регулярному возникновению сетевых заторов и повышенному выбросу опасных соединений в воздухе.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЗДОРОВЬЕ. Оказываясь в организме, диоксид азота раздражает дыхательные пути. При кратковременном воздействии может вызвать кашель или затруднения дыхания. Более длительное воздействие повышенных концентраций NO_2 может способствовать развитию астмы и потенциально повышать восприимчивость к респираторным инфекциям. Люди, страдающие астмой, а также дети и пожилые люди, как правило, подвергаются большему риску воздействия NO_2 на здоровье. Опасность отравления диоксидом азота состоит в том, что на первых этапах оно практически незаметно и проходит бессимптомно. Симптомы проявляются только в случае попадания значительного объема газа в организм. Первыми признаками отравления считаются головная боль, общая слабость, боли в области груди, кашель и спазмы. При усугублении интоксикации растет температура тела, усиливается тошнота, появляется кашель с мокротой, а также нарушается работа легких и других органов дыхания.

NO_x в атмосферном воздухе влияют не только на здоровье человека, но и на окружающую среду. Вступая в реакцию с водой и другими химическими веществами в воздухе, образуют кислотные дожди, которые наносят экологический ущерб экосистемам, такими как леса и озера.

ДИОКСИД СЕРЫ ИЛИ SO₂^{8,9}

SO₂ бесцветный газ с острым запахом — крайне токсичное вещество. При повышенных концентрациях он может оказывать пагубное воздействие на здоровье человека, приводит к закислению почвы, интоксикации животных, растений, нарушению баланса экосистемы. Это вещество считается одним из самых рискованных для атмосферы Земли. Также как NO₂ и другие окислы азота, SO₂ вступая в химическую реакцию с другими соединениями в воздухе, могут образовывать мелкие частицы (вторичные РМ), что способствует загрязнению атмосферного воздуха РМ частицами.

ИСТОЧНИКИ SO₂ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ. Одним из важных источников SO₂ в воздухе является сжигание ископаемого топлива (уголь, мазут) на теплостанциях и других промышленных предприятий, а также выхлопные газы от автомобилей.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЗДОРОВЬЕ. При повышении уровня оксидов серы (SO_x) в воздухе учащаются заболевания дыхательных путей, не исключено воздействие на слизистые оболочки, воспаление носоглотки, трахеи, бронхиты, кашель, хрипота и боль в горле. Воздействие SO₂ в концентрациях выше ПДК может вызвать нарушение функций дыхания и существенное увеличение предрасположенности к болезням дыхательных путей.

Особенно высокая чувствительность к воздействию SO₂ наблюдается у людей с хроническими нарушениями органов дыхания, с астмой. В газообразной форме SO₂ может вызывать раздражение органов дыхания, а в случае краткосрочного воздействия высоких доз в зависимости от индивидуальной чувствительности может наблюдаться обратимый эффект на функцию легких.

ФОРМАЛЬДЕГИД ИЛИ HCHO¹⁰

HCHO — это бесцветный горючий газ при комнатной температуре с сильным запахом. Воздействие формальдегида может вызвать неблагоприятные последствия для здоровья.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЗДОРОВЬЕ. HCHO может вызвать раздражение кожи, глаз, носа и горла. Высокий уровень воздействия может вызвать некоторые виды рака.

ИСТОЧНИКИ HCHO В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ. Основными источниками являются электростанции, производственные предприятия, мусоросжигательные заводы и выхлопные газы автомобилей, а также курение — еще один важный источник формальдегида.

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/м³ и 160 мкг/м³ соответственно, в то же время среднесуточные (ПДКс.с.) концентрации PM_{10} и $PM_{2.5}$ не должны превышать 60 мкг/м³ и 35 мкг/м³ соответственно, а среднегодовые концентрации PM_{10} и $PM_{2.5}$ не должны превышать 40 мкг/м³ и 25 мкг/м³ соответственно (таблица 1).

В сентябре 2021 г. Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) снизила ПДК $PM_{2.5}$ и PM_{10} . ВОЗ считает, что вред здоровью наносится при еще более низких концентрациях загрязняющих веществ в воздухе. Среднесуточные предельно допустимые концентрации установлены в 15 мкг/м³ для $PM_{2.5}$ и 45 мкг/м³ для PM_{10} , среднегодовые — 5 и 15 мкг/м³ соответственно (таблица 1).

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

Название загрязнителя	Гигиенические нормативы КР, (мкг/м ³)			Рекомендации ВОЗ ¹¹ , (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	
NO ₂	85	40		25	10
SO ₂	500	50		40	
NO	400	60			
HCOH	35	3			

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).¹⁴

Ниже показана таблица 2 с ИКВ и соответствующей среднесуточной концентрации $PM_{2.5}$. Для примера, при среднесуточной концентрации, не превышающей 12 мкг/м³ 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 США¹²

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 $PM_{2.5}$ (мкг/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.

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.

Таблица 3. Описание каждой категории индекса качества воздуха согласно стандартам Агентства по охране окружающей среды США (US-EPA 2019)¹³

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.

СТАНЦИИ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В БИШКЕКЕ

1. ДАТЧИКИ AIRKAZ, УСТАНОВЛЕННЫЕ ОО «МУВГРИН»

Из шести датчиков AirKaz в городе Бишкек, для анализа были использованы данные одного датчика, как основного и двух, как дополнительных. Показатели остальных датчиков были отрывочными (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 Восток-5 (далее центральная часть города), в районе микрорайона Джал — далее юго-западная часть города и в районе жилмассива Ала-Тоо (западная часть города).

Следует отметить, что в западной части города (жилмассив Ала-Тоо) датчик установлен только в середине января и проработал стабильно до середины февраля. Это связано с тем, что загрязнение в этой части города было очень высоким, что вызывало «забивание» фильтров датчика и сбои в работе. Это характерно, например, также для датчика, расположенного в северной части города, в районе рынка Алкан.

Датчики AirKaz определяют мелкодисперсные твердые частицы в воздухе (PM₁₀, PM_{2.5}), данные с них (по PM_{2.5}) ежечасно передаются и отображаются 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).

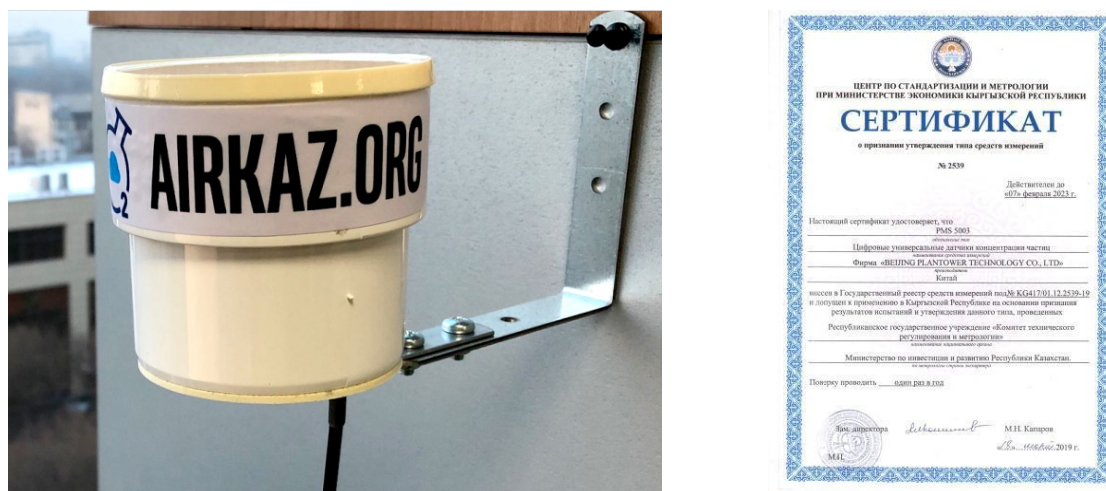


Рисунок 2. Фотография установленного датчика AirKaz (слева) и сертификат, выданный Кыргызстандартом (справа)

2. ПОСТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (ПНЗ) КЫРГЫЗГИДРОМЕТА В ГОРОДЕ БИШКЕК

Под ведомством Кыргызгидромета находятся 7 ПНЗ, которые были установлены в середине 70-х и в начале 80-х гг. Посты работают в ручном режиме и измеряют диоксид серы, оксид и диоксид азота, формальдегид и аммиак. Посты расположены в разных частях города Бишкек (рисунок 3) по следующим адресам:

ПНЗ № 1	пересечение улиц Манаса и Московской
ПНЗ № 2	ОГМС Бишкек, ул. Луцкихина, 79
ПНЗ № 3	пересечение улиц Салиевой (№ 154) и Веселой
ПНЗ № 4	пересечение улиц Жибек Жолу и Ибраимова
ПНЗ № 5	детская туберкулезная больница № 1, 7 м-рн, д. 5/1
ПНЗ № 6	пересечение улиц Месароша и М. Абдраева
ПНЗ № 7	пересечение улиц Аул и Елебесова

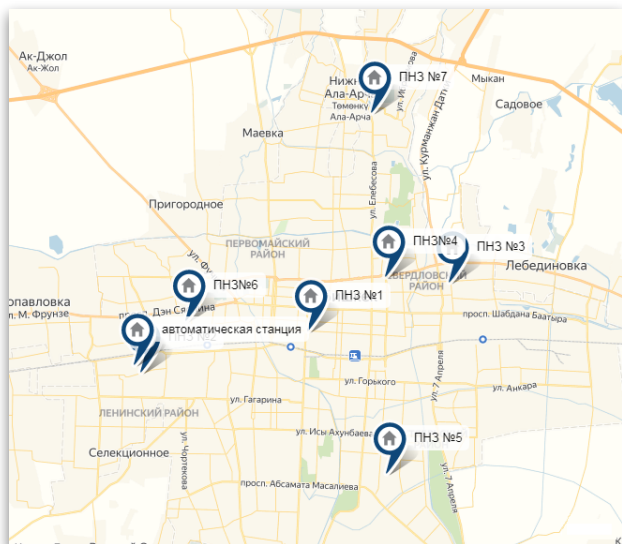


Рисунок 3. Карта-схема расположения ПНЗ в городе Бишкек¹⁴

3. ДАТЧИКИ CLARITY NODE-S, УСТАНОВЛЕННЫЕ КЫРГЫЗГИДРОМЕТОМ В ГОРОДЕ БИШКЕК

В январе 2021 года в городе и районах, прилегающих к городу, Кыргызгидрометом были установлены 50 датчиков «Clarity Node-S», приобретенных при финансовой поддержке Азиатского банка развития¹⁵, которые измеряют твердые частицы (PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀) и диоксид азота (NO₂). Карту с месторасположением датчиков со значениями можно посмотреть на сайте Кыргызгидромета <http://gov.meteo.kg/?map=5> (рисунок 4).

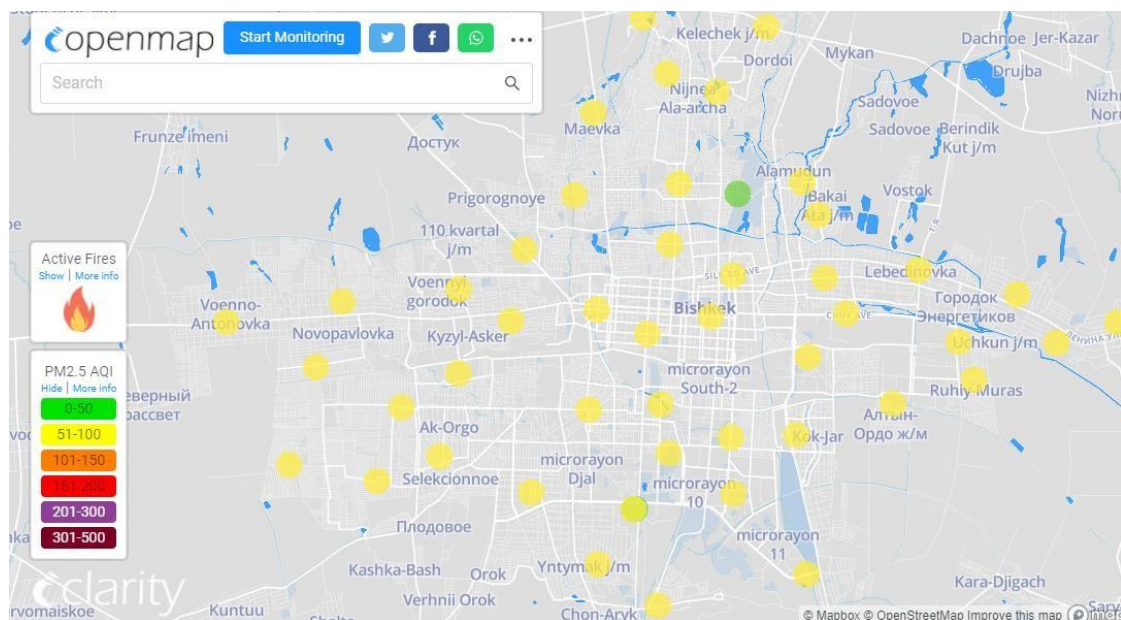


Рисунок 4. Карта с месторасположением датчиков Clarity Node-S в Бишкеке¹⁶

4. УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА (PM_{2.5}) ПРИ ПОСОЛЬСТВЕ США В БИШКЕКЕ (СТАНЦИЯ ПОСОЛЬСТВА США)

Устройство для мониторинга качества воздуха (рисунок 5), 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 скачаны 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 5. Фотография мониторинговой станции
Посольства США, г. Бишкек¹⁷

Более подробная информация о месторасположении вышеперечисленных мониторинговых устройств PM_{2.5} приведена на карте ниже (рисунок 6).

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

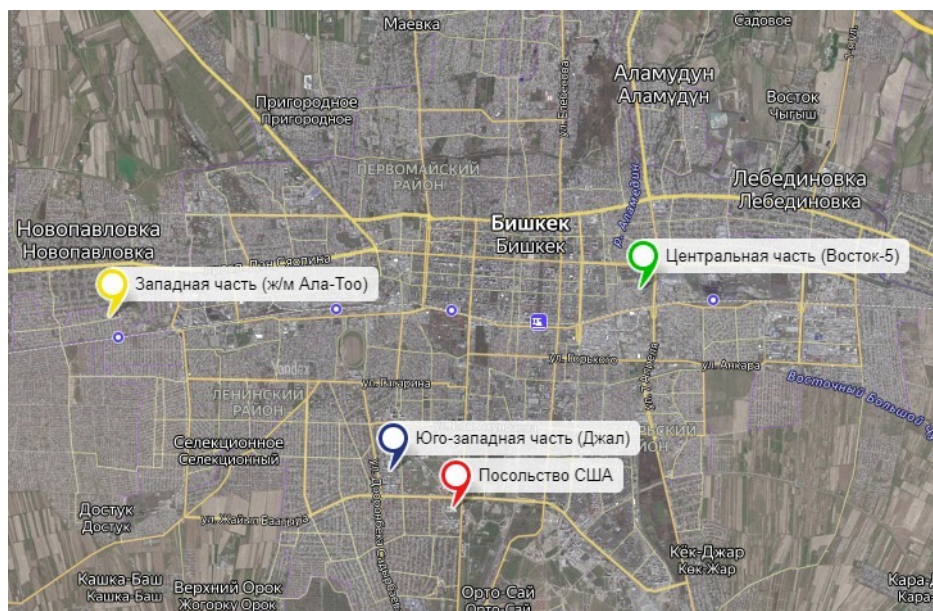


Рисунок 6. Карта города Бишкек с месторасположением мониторинговых станций по качеству воздуха ($PM_{2.5}$), используемых в отчете

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

Анализ данных с датчиков ОО «МувГрин», установленных в районе микрорайона Восток-5 (далее центральная часть города), в районе микрорайона Джал — далее юго-западная часть города и в районе жилмассива Ала-Тоо (далее западная часть) показал, что качество атмосферного воздуха зимой 2022-2023 гг. было неудовлетворительным во всех частях города. Наглядно это видно на графике 1, где приведена среднесуточная концентрация $PM_{2.5}$ в различных частях города Бишкек зимой 2022-2023 гг. с линией ПДК и ПДКм.р. КР.

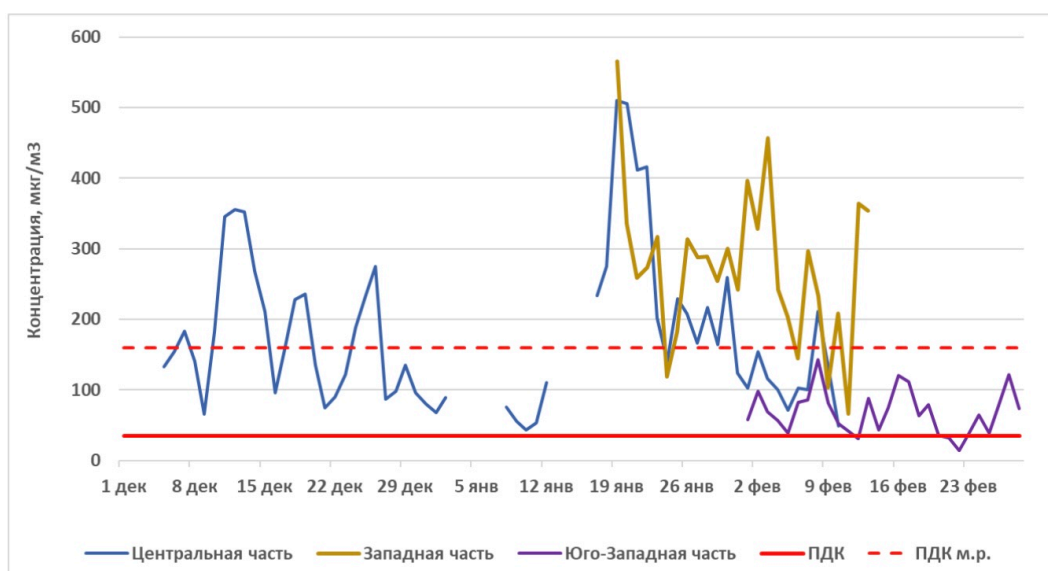


График 1. Средняя суточная концентрация $PM_{2.5}$ в различных частях города Бишкек за зимний период с линиями ПДК КР (ПДК и ПДКм.р.)

Видно (график 1), что в течении всей зимы 2022-2023 гг. загрязнение города Бишкек во всех его частях было высоким, особенно в западной части. Средние концентрации твердых частиц $PM_{2.5}$ превышали не только ПДК (равен 35 мкг/м^3) до 5.8 раз (и даже до 8.2) практически во все дни, а в отдельные дни до 14.6-16.2 раз, но и ПДКм.р. (равен 160 мкг/м^3) до 3.5 раз.

В декабре средняя месячная концентрация $PM_{2.5}$ в центральной части города составила 175 мкг/м^3 (т.е. 5.0 ПДК). Максимальные концентрации твердых частиц могли достигать очень больших значений, когда были превышены не только средние суточные ПДК в 10.1 раз составляя 355 мкг/м^3 , но и максимальные разовые ПДК (равна 160 мкг/м^3) в 2.2 раза. Наименьшее значение концентрации $PM_{2.5}$ не опускалось ниже уровня ПДК и составило 66 мкг/м^3 (1.9 ПДК).

В январе средняя месячная концентрация твердых частиц в воздухе в центральной части города стала еще больше — 202 мкг/м^3 (5.8 ПДК). Максимальные средние значения концентрации $PM_{2.5}$ — были уже 510 мкг/м^3 , т.е. превышали ПДК в 14.6 раза, а ПДКм.р. в 3.2 раза. В отдельные дни, когда выпадали обильные осадки, воздух немного очищался — концентрация $PM_{2.5}$ составляла всего 44 мкг/м^3 (1.2 ПДК).

В январе (19 января) был установлен датчик в западной части города в жилмассиве Ала-Тоо, который имеет полностью печное отопление. За 13 дней работы датчика (с 19 по 31 января) средняя концентрация $PM_{2.5}$ составила 288 мкг/м^3 или 8.2 ПДК (1.8 ПДК м.р.), максимальная средняя суточная концентрация твердых частиц составила 565 мкг/м^3 или 16.2 ПДК (3.5 ПДК м.р.), минимальная — не опускалась ниже 118 мкг/м^3 или 3.4 ПДК (0.7 ПДК м.р.).

Такое значительное загрязнение воздуха в декабре и январе связано с погодными условия, которые способствовали накоплению твердых частиц $PM_{2.5}$ в воздухе. Это очень низкие температуры воздуха (ночные ниже -20°C , дневные не выше -4°C), отсутствие осадков, штили или очень слабые ветра, термическая инверсия.

В феврале, с установлением относительно теплой погоды, концентрация $PM_{2.5}$ в воздухе уменьшилась и в среднем за 10-13 дней месяца (с 1 по 10-13 февраля) составила в центральной части 114 мкг/м^3 (3.3 ПДК), в западной части — 261 мкг/м^3 (7.5 ПДК). Максимальная средняя за сутки концентрация $PM_{2.5}$ в центральной части составила 211 мкг/м^3 (т.е. 6.0 ПДК), а в западной части 457 мкг/м^3 (т.е. 13.1 ПДК или 3.0 ПДК м.р.), минимальная превышала ПДК в 1.4-1.9 раза и составила $49-66 \text{ мкг/м}^3$.

Далее датчики в этих частях города не работали (с 14 февраля) из-за технических неполадок.

В феврале имеются данные по новому датчику, установленному в юго-западной части города в микрорайоне Джал. Загрязнение воздуха здесь в среднем за месяц составило 69 мкг/м^3 (2.0 ПДК). Максимальная средняя за сутки концентрация $PM_{2.5}$

составила — 143 мкг/м³ (4.1 ПДК), а минимальная — 15 мкг/м³, т.е. была ниже уровня ПДК.

Общее количество дней в центральной части города, которые по загрязнению твердыми частицами РМ_{2.5} превысили национальные нормативы КР (ПДК и ПДКм.р.) и ВОЗ в зимний сезон представлено на графике 2. В других частях города картина в целом идентичная.

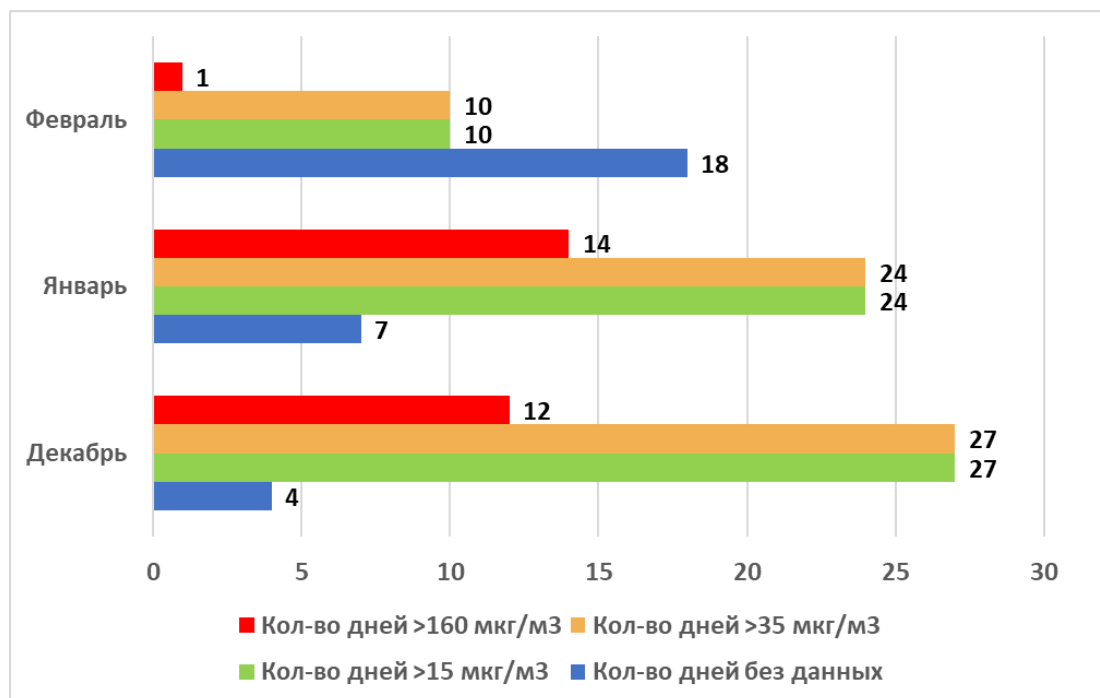


График 2. Количество дней, превышающие среднесуточные нормативы для РМ_{2.5} (КР – ПДК и ПДКм.р., ВОЗ) в атмосферном воздухе за зимний период 2022-2023 гг. (центральная часть города)

Согласно нормативам КР ПДК и ПДКм.р., рекомендациям ВОЗ, концентрация твердых частиц не должна превышать, соответственно, 35 и 160, 15 мкг/м³. Видно (график 2), что во все дни зимы (когда проводились наблюдения) в центральной части города были превышены нормативы КР по ПДК и рекомендации ВОЗ по содержанию твердых частиц в воздухе. В декабре было 27 таких дней, в январе — 24 дня и в феврале — 10 дней.

В примерно половине дней наблюдений превышены нормативы КР по ПДКм.р. в декабре (12 из 27 дней) и январе (14 из 24 дней), в феврале был 1 такой день.

Дней, когда наблюдений не проводилось или они были за неполный день насчитывалось в декабре — 4 дня, в январе — 7 дней, а в феврале — 18 дней.

На графике 3 показан суточный ход концентраций $PM_{2.5}$, усредненных за зимний период (декабрь 2022 г.–февраль 2023 г.). Концентрации $PM_{2.5}$ относительно велики, больше ПДК, а в некоторые часы суток превышают ПДКм.р.

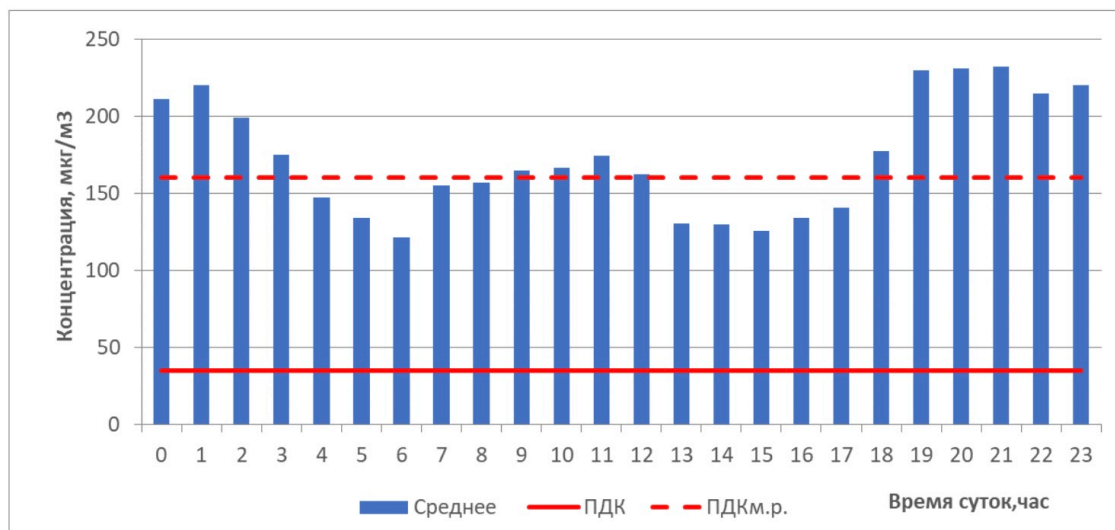


График 3. Суточный ход усредненных часовых концентраций $PM_{2.5}$ за зимний период (декабрь 2022 г.– февраль 2023 г.).

Видно (график 3), что наибольшее повышение концентраций $PM_{2.5}$ в центральной части города наблюдается с 19:00 вечера до 02:00 ночи во все месяцы зимы. Максимальные средние значения $PM_{2.5}$ в это время достаточно велики выше уровня ПДК и ПДКм.р., особенно в январе. Так, в декабре концентрации $PM_{2.5}$ составляют 200-224 мкг/м³ (от 5.7 до 6.4 ПДК или до 1.4 ПДКм.р.), в январе увеличиваются до 263-305 мкг/м³ (7.5-8.7 ПДК или 1.6-1.9 ПДКм.р.), в феврале наблюдаются самые низкие значения 152-212 мкг/м³ (4.3-6.1 ПДК или до 0.9 -1.3 ПДКм.р.).

С 07:00 до 12:00 утра значение концентраций $PM_{2.5}$ находится примерно на одном высоком уровне (второй максимум), который превышает так же не только ПДК, но и ПДКм.р., за исключением февраля. В декабре концентрации достигают 180 мкг/м³ (5.1 ПДК или 1.1 ПДКм.р.), в январе — 236 мкг/м³ (6.7 ПДК или 1.5 ПДКм.р.), в феврале наблюдаются самые низкие значения до 118 мкг/м³ (3.4 ПДК или до 0.7 ПДКм.р.).

Наименьшее загрязнение наблюдается утром в 05:00-06:00 и с 13:00 дня до 16:00 вечера, когда концентрации $PM_{2.5}$ опускаются ниже уровня ПДКм.р., в декабре до 135 мкг/м³ (3.9 ПДК), в январе до 148 мкг/м³ (4.2 ПДК) и в феврале до 68 мкг/м³ (1.9 ПДК).

АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ (PM_{2.5}) ПО ДАННЫМ КЫРГЫЗГИДРОМЕТА

ПО ДАННЫМ С УСТРОЙСТВ CLARITY NODE-S КЫРГЫЗГИДРОМЕТА

Данные с устройств Clarity Node-S Кыргызгидромета за зиму 2022-2023 гг. были заимствованы из Информационного бюллетеня Кыргызгидромета.¹⁸ Большой охват сети данных устройств (рисунок 4) позволил получить данные, не в определенном месте города, а в отдельных его районах и в различные месяцы зимы (графики 4-6).

Во все месяцы зимы средние месячные концентрации PM_{2.5} в целом по городу (графики 4-6) превысили средние суточные ПДК (35 мкг/м³).

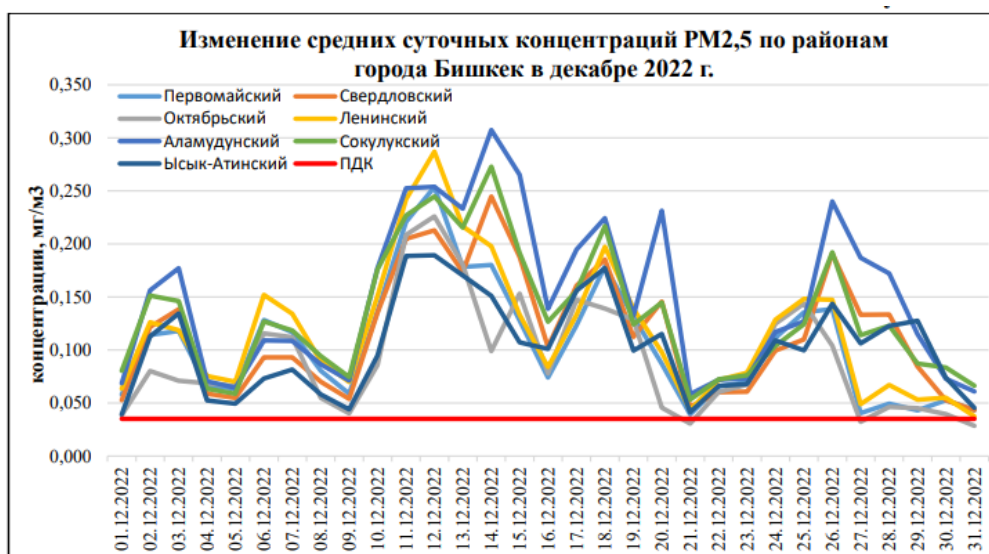


График 4. Изменение средних суточных концентраций PM_{2.5}
по районам города Бишкек в декабре 2022 г.

В декабре загрязнение воздуха твердыми частицами изменялось от 92 мкг/м³ (2.6 ПДК) в Октябрьском районе до 118 мкг/м³ (3.4 ПДК) в Ленинском районе. Максимальная средняя концентрации PM_{2.5} составила 287 мкг/м³ (8.2 ПДК или 1.8 ПДКм.р.).

В январе загрязнение воздуха PM_{2.5} менялось от 86 мкг/м³ (2.5 ПДК) так же в Октябрьском районе до 131 мкг/м³ (3.7 ПДК) в Свердловском районе. Максимальная средняя концентрации PM_{2.5} составила 303 мкг/м³ (8.7 ПДК или 1.9 ПДКм.р.).

В феврале концентрации PM_{2.5} снизились и составляли от 43 мкг/м³ (1.2 ПДК) в Октябрьском районе до 86 мкг/м³ (2.5 ПДК) в Свердловском районе города. Максимальная средняя концентрации PM_{2.5} составила 160 мкг/м³ (4.6 ПДК или 1.0 ПДКм.р.).

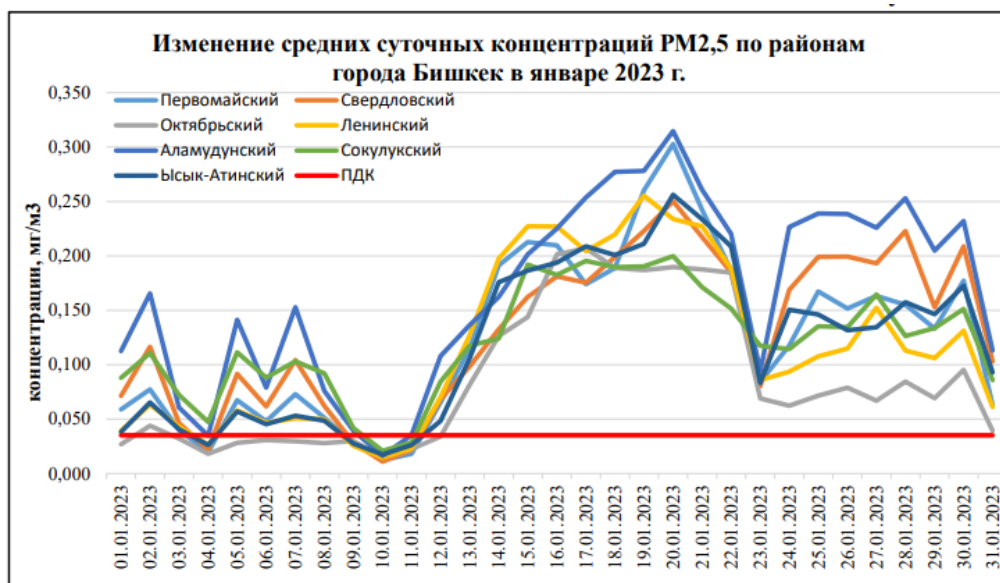


График 5. Изменение средних суточных концентраций PM_{2,5} по районам города Бишкек в январе 2023 г.

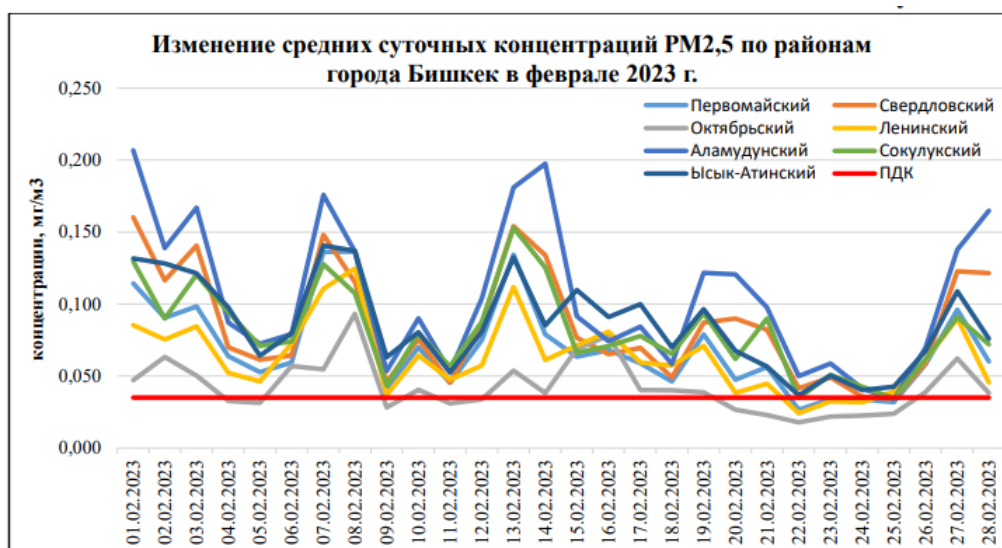


График 6. Изменение средних суточных концентраций PM_{2,5} по районам города Бишкек в феврале 2023 г.

При этом, в декабре все дни были загрязненными твердыми частицами PM_{2,5} — 31 день, исключение Октябрьский район, где не только несколько меньше загрязнение, но и было 28 дней с загрязнением. В январе количество дней с загрязнением снизилось до 27 дней, и до 20 дней в Октябрьском районе. В феврале, в зависимости от района было зафиксировано 24-27 дней, когда наблюдалось превышение ПДК, исключение — Октябрьский район, где было 17 таких дней.

АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗОВ — ПОСТЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА КЫРГЫЗГИДРОМЕТА

Наблюдения за загрязнением воздуха вредными газами проводятся Кыргызгидрометом на семи ПНЗ города Бишкек (их расположение приведено на рисунке 3). Ниже приведена таблица 4, где плюсами отмечены загрязнители, определяемые на каждом НПЗ. Диоксид серы (SO₂) и диоксид азота (NO₂) измеряется на всех постах, остальные загрязнители — оксид азота (NO) и формальдегид (HCOH) — измеряются только на двух из семи ПНЗ.

Таблица 4. Загрязнители воздуха, определяемые на семи ПНЗ в городе Бишкек

	ПНЗ№1	ПНЗ№2	ПНЗ№3	ПНЗ№4	ПНЗ№5	ПНЗ№6	ПНЗ№7
SO ₂	+	+	+	+	+	+	+
NO ₂	+	+	+	+	+	+	+
NO	+		+				
HCOH	+			+			

Данные для описания загрязнения воздуха по НПЗ Кыргызгидромета за зиму были заимствованы из Информационного бюллетеня Кыргызгидромета.¹⁹

На графике 7 приведены значения для NO, NO₂, SO₂ и HCOH, которые измеряются на ПНЗ в городе, за три зимних месяца. Пунктирной линией соответствующего цвета на графике выделяется зона превышения ПДК КР каждого загрязнителя.

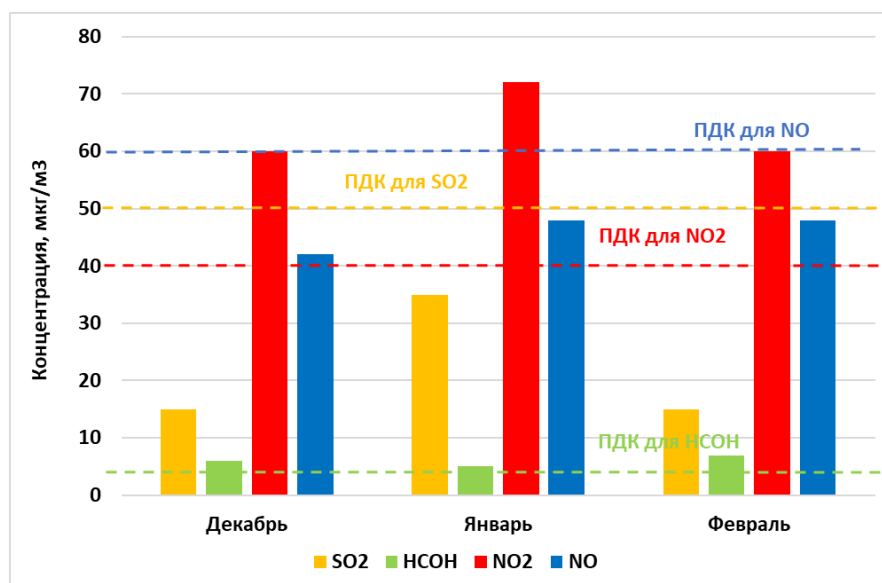


График 7. Значения NO, NO₂, SO₂ и HCOH за зимний период 2022-2023 гг. (среднее по всем ПНЗ Кыргызгидромета)

Зимой 2022-2023 гг. только два газа (NO_2 и НСОН) из четырех наблюдаемых на НПЗ Кыргызгидромета имели концентрации, превышающие средние суточные ПДК КР. Концентрации этих газов составляли: NO_2 — в декабре и феврале — 60 мкг/м^3 или 1.5 ПДК, в январе — 72 мкг/м^3 или 1.8 ПДК; НСОН — в декабре — 6 мкг/м^3 или 2.0 ПДК, в январе — 5.1 мкг/м^3 или 1.7 ПДК, в феврале — 7 мкг/м^3 или 2.3 ПДК.

Концентрации остальных газов не вышли за пределы ПДК (были на уровне 0.3-0.8 ПДК) во все месяцы рассматриваемого сезона.

Количество дней, когда были превышены значения предельно-допустимых среднесуточных концентраций велико в каждый месяц зимы: по NO_2 — это 21-24 дня, по НСОН — это 22-25 дней, по NO — это 6-17 дней.

Предельно-допустимые максимальные разовые концентрации были превышены по NO_2 от 18 до 26 дней каждый месяц, по НСОН — только 1 день в январе.

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

Анализ данных за зимний период на станции посольства США (график 8) показал, что концентрации PM_{2.5} в отдельные дни были выше национальных нормативов КР не только средних (35 мкг/м³), но и максимально разовых (160 мкг/м³). Особенно сильное загрязнение воздуха было в холодные дни декабря и января.

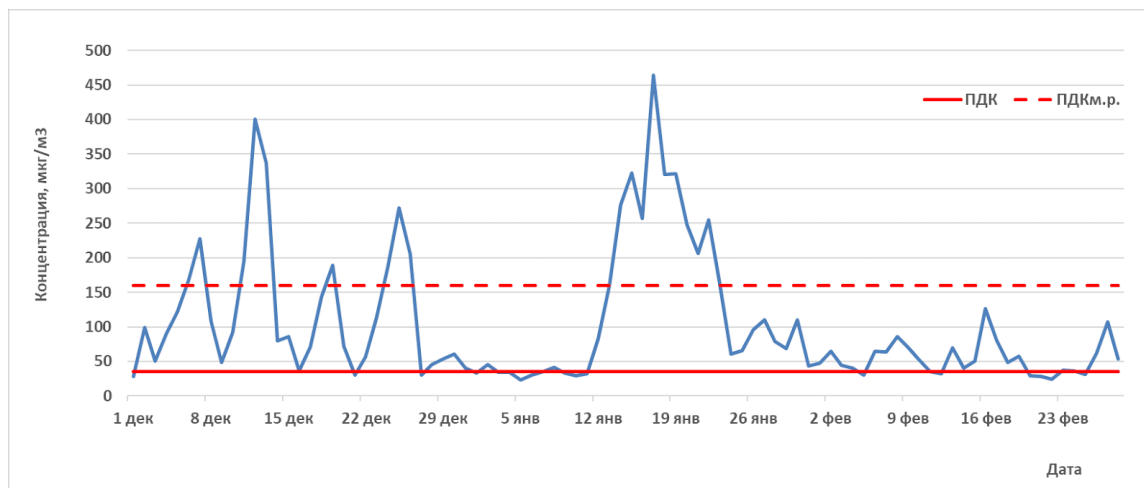


График 8. Средняя суточная концентрация PM_{2.5} в городе Бишкек за зимний период (станция посольства США) с линией ПДК КР (ПДК и ПДКм.р.)

В декабре (график 8) средняя месячная концентрация PM_{2.5} составила 121 мкг/м³ (т.е. 3.4 ПДК). В отдельные дни загрязнение воздуха не превышало нормативы КР — опускалось до 29 мкг/м³ (0,8 ПДК), т.е. воздух районе Посольства США был относительно чист. Максимальные концентрации твердых частиц могли достигать очень больших значений, когда были превышены не только средние суточные ПДК в 11,5 раз составляя 401 мкг/м³, но и максимальные разовые концентрации (равна 160 мкг/м³) в 2,5 раза.

В январе средняя за месяц концентрация твердых частиц в воздухе стала еще больше — 132 мкг/м³ (3.8 ПДК). Максимальные средние значения концентрации PM_{2.5} были уже 464 мкг/м³, т.е. превышали ПДК в 13,3 раза, а ПДКм.р. почти в 3 раза. В отдельные дни, когда выпадали обильные осадки, воздух так же был относительно чист — концентрация PM_{2.5} составляла всего 24 мкг/м³ (0,7 ПДК).

В феврале концентрация PM_{2.5} в воздухе уменьшилась и в среднем за месяц составила 54 мкг/м³ (1.5 ПДК), что связано с установлением относительно теплой погоды. Максимальные концентрации в отдельные дни не поднимались выше 126 мкг/м³ (т.е. 3.6 ПДК).

Общее количество дней, которые по загрязнению твердыми частицами PM_{2.5} превысили национальные нормативы КР и ВОЗ в зимний сезон представлено на графике 9.

Количество дней с концентрациями $PM_{2.5}$, превышающими среднесуточные нормативы КР (35 мкг/м^3) зимой в декабре и январе составило, соответственно, 28 и 23 дня, т.е. большую часть этих месяцев. Из 28 дней с загрязнением в декабре, 9 дней были с концентрациями $PM_{2.5}$ за сутки больше, чем ПДК м.р. В январе, дней с концентрациями за сутки превышающими ПДК м.р. было еще больше — 11 дней из 23 дней с загрязнением. В феврале было 22 дня с загрязнением $PM_{2.5}$, когда концентрации превысили ПДК (35 мкг/м^3), а дней с превышением ПДК м.р. не было вообще.

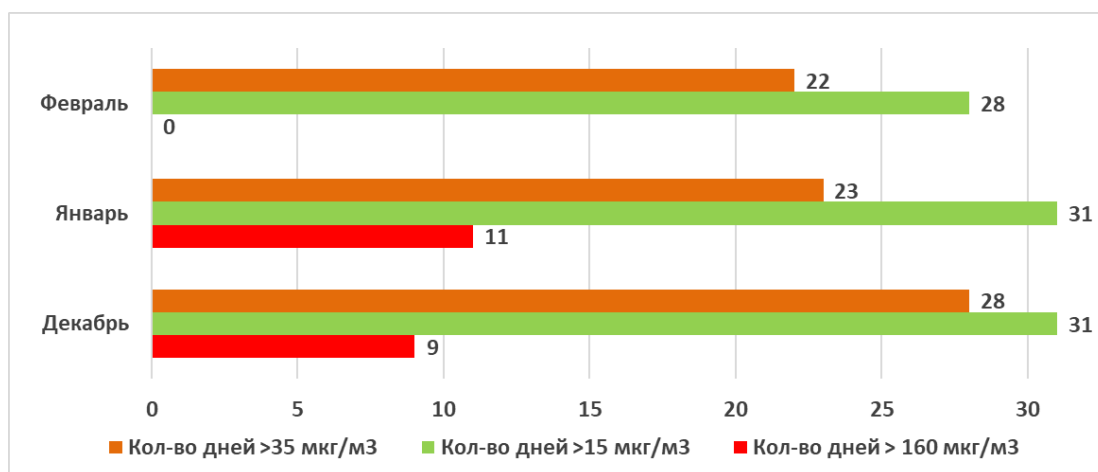


График 9. Количество дней, превышающие среднесуточные нормативы для $PM_{2.5}$ (КР и ВОЗ) в атмосферном воздухе за зимний период по данным станции Посольства США

Согласно рекомендациям ВОЗ, концентрация твердых частиц не должна превышать 15 мкг/м^3 . Во все дни зимы были превышены нормативы ВОЗ по содержанию твердых частиц в воздухе.

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

На графике 10 показан суточный ход концентраций твердых частиц $PM_{2.5}$ усредненный за зимний период. Видно, что концентрации $PM_{2.5}$ постепенно увеличиваются с 09:00 до 14:00, затем начинают снижаться до 08:00, немного увеличиваясь в 20:00-21:00. При этом, концентрации $PM_{2.5}$ относительно велики, больше или соизмеримы с ПДК, в любое время суток и в любой месяц, хотя не превышают ПДК м.р.

Наибольшие концентрации $PM_{2.5}$ наблюдались днем в 14:00-15:00. Особенно велико значение их было в январе — в среднем за месяц 217 мкг/м^3 (6.2 ПДК), в отдельные дни наблюдались значения $611\text{--}732 \text{ мкг/м}^3$, а это превышает ПДК в 17,5-20,9 раз или ПДК м.р. в 3,8-4,6 раз. В декабре средние за это время концентрации меньше — 160 мкг/м^3 (4,6 ПДК), а в феврале — всего 60 мкг/м^3 (1.7 ПДК).

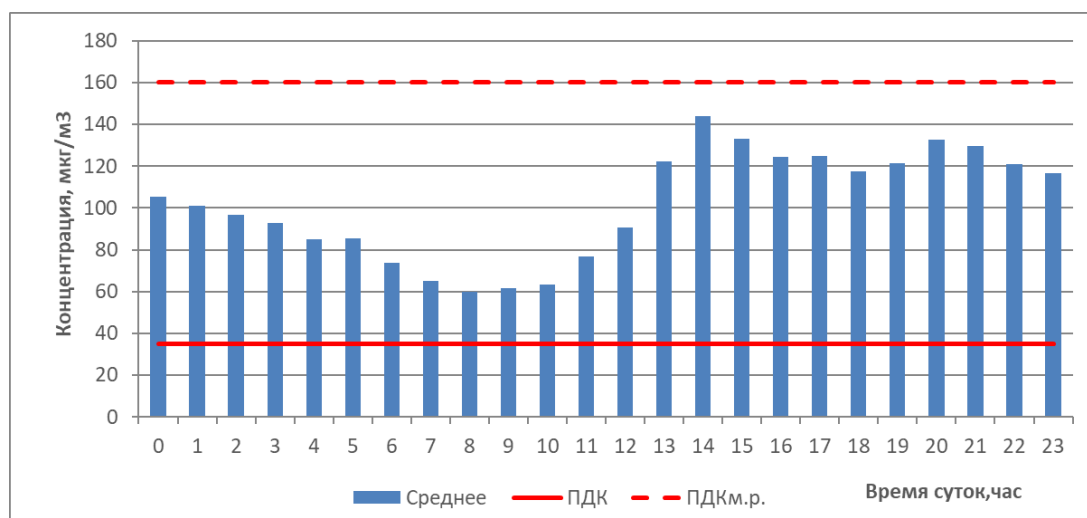


График 10. Суточный ход усредненных часовых концентрации $PM_{2.5}$ за зимний период по данным станции Посольства США

Второй максимум концентрации $PM_{2.5}$ наблюдался вечером в 20:00-21:00. Как и с основным максимумом, велико значение их было в январе — в среднем за месяц 184 мкг/м^3 (5,3 ПДК), в отдельные дни наблюдались значения до 590 мкг/м^3 , а это превышает ПДК в 16,9 раз или ПДКм.р. в 3,7 раз. В декабре средние за это время концентрации составили 142 мкг/м^3 (4,1 ПДК), а в феврале — всего 84 мкг/м^3 (2,4 ПДК).

Наименьшая величина загрязнения воздуха наблюдается утром с 07:00 до 10:00, с минимумом в 08:00. В декабре концентрации $PM_{2.5}$ равны 77 мкг/м^3 (2,2 ПДК), в январе — 68 мкг/м^3 (1,9 ПДК), а в феврале — 35 мкг/м^3 (1,0 ПДК).

Такой суточный ход, который несколько отличается от данных датчиков «МувГрин» в центральной части города, где наблюдается по два максимальных и минимальных значения, и более низкие концентрации $PM_{2.5}$ различия можно объяснить расположением станции вблизи гор и наличием здесь горно-долинной циркуляции. Когда дуют «чистые» горные ветры — а это примерно с 20:00 до 7:00, наблюдается снижение концентраций $PM_{2.5}$, а когда «грязные» долинныя ветра с города (с 7:00 до 20:00) — то их концентрации растут.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

В данном отчете были собраны данные по ежедневным концентрациям мелкодисперсных твердых частиц и среднемесячных концентраций вредных газов за зимний период (декабрь 2022-февраль 2023) с сертифицированных мониторинговых устройств по $PM_{2.5}$ в городе Бишкек (таблица 5 и 5-а) и семи ПНЗ Кыргызгидромета (таблица 4).

Анализ среднесуточных концентраций $PM_{2.5}$ по мониторинговым станциям за три месяца показал, что качество воздуха в городе Бишкек зимой было неудовлетворительным. Концентрации $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе превышали предельные допустимые нормативы КР, как средние таблица 5, так и максимальные разовые таблица 5-а,²⁰ а наиболее загрязненными месяцами зимой были декабрь и январь.

В таблице 5, приведено количество дней с загрязнением воздуха $PM_{2.5}$ выше ПДК. По данным Кыргызгидромета (датчики Clarity Node-S) в среднем по городу загрязнение воздуха $PM_{2.5}$ зимой наблюдалось в 94% дней, из них все дни в декабре (100%) были с загрязнением выше ПДК, в январе и феврале было по 27 дней с загрязнением (86 и 96% дней). По данным датчика МувГрин в центральной части города все дни наблюдений (с 1 декабря 2022 г. по 10 февраля) — 61 день был загрязненным (100% случаев или дней). Станция посольства США расположена в южной части города, находящейся в зоне действия ветров горно-долинной циркуляции, но даже здесь в 81% дней (73 дня из 90 зимних дней) наблюдалось превышение ПДК. Особенно большое превышение фиксировалось в декабре — в 90% дней, в январе и феврале таких дней было 74 и 79%, 22 и 23 дня.

Таблица 5. Общее количество дней с полученными данными и количество дней превышающих ПДК КР²¹ за зимний период (декабрь 2022-февраль 2023)

Месяц	Мониторинговые станции РМ _{2.5}								
	Датчик Мувгрин			Станция посольства США			Кыргызгидромет		
	в центральной части города						датчики Clarity Node-S		
	Всего дней	> ПДК	%	Всего дней	> ПДК	%	Всего дней	> ПДК	%
Декабрь	27	27	100	31	28	90	31	31	100
Январь	24	24	100	31	23	74	31	27	87
Февраль	10	10	100	28	22	79	28	27	96
Всего дней	61	61	100	90	73	81	90	85	94

Таблица 5-а. Общее количество дней с полученными данными и количество дней превышающих ПДКм.р. КР за зимний период (декабрь 2022–февраль 2023)

Месяц	Мониторинговые станции РМ _{2.5}					
	Датчик Мувгрин в центральной части города			Станция посольства США		
	Всего дней	> ПДКм.р.	%	Всего дней	> ПДКм.р.	%
Декабрь	27	12	44	31	9	29
Январь	24	14	58	31	11	35
Февраль	10	1	10	28	0	0
Всего дней	61	27	44	90	20	22

Зимой 2022–2023 гг. средние суточные значения часто превышали не только ПДК, но и ПДК м.р., согласно нормам КР, таким сильно загрязненным воздухом без вреда для здоровья можно дышать менее 30 минут в день, а не целые сутки. В таблице 5-а, приведено количество дней со средним суточным загрязнением воздуха РМ_{2.5} выше ПДКм.р. Такие данные доступны для центральной (датчик МувГрин) и южной частей города (станция Посольства США).

Видно, что в центральной части города (датчик МувГрин) зимой практически половина дней — 44% (из 61 дня наблюдений) была с сильно загрязненным воздухом. Особо сильное загрязнение пришлось на январь — 58% случаев, а в декабре такие дни наблюдались в 44% случаев, в феврале из 10 дней с наблюдениями такой случай был 1 или 10%. На станции Посольства США наблюдалась примерно аналогичная картина. С учетом ее хорошей вентиляции ветрами горно-долинной циркуляции, очень загрязненных дней было меньше — 22% (20 дней из 90 возможных), в январе таких дней было больше всего — 35%, в декабре — 29%, а в феврале не наблюдалось совсем.

Увеличение дней в январе с концентрациями в среднем за сутки выше ПДКм.р. можно объяснить интенсивным отоплением домов частного сектора в особо холодные дни января, когда температура опускалась ниже -20°C.

Таким образом, качество воздуха зимой было не благоприятным для здоровья населения столицы, а в некоторые дни — опасными.

В таблице 6 указаны три максимальные среднесуточные концентрации $PM_{2.5}$ со всех мониторинговых станций (кроме Кыргызгидромета). Все максимальные значения пришлось на декабрь и январь, в некоторых районах города — на февраль, и вышли не только за пределы ПДК, но и за пределы ПДКм.р. Высокие данные показала станция Посольства США.

Таблица 6. Три максимальных среднесуточных концентраций $PM_{2.5}$ (мкг/м³) в городе Бишкек за зимний период

Станция	День 1 (макс)	День 2	День 3 (мин)
Центральная часть города, с 01.12.22 по 10.02.23	19.01.2023	20.01.2023	22.01.2023
	510	505	416
Западная часть города, с 19.01 по 13.02.23	19.01.2023	03.02.2023	01.02.2023
	565	457	397
Юго-западная часть города, с 01.02 по 28.02.23	08.02.2023	27.02.2023	16.02.2023
	143	122	121
Посольство США	17.01.2023	12.12.2022	12.12.2022
	464	401	337

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

Видно, что зимой «хорошие» дни по загрязнению в городе Бишкек, по данным с датчиков ОО МувГрин и со станции Посольства США отсутствовали.

Таблица 7. Количество дней в зависимости от индекса качества воздуха на мониторинговых станциях за зимний период 2022-2023 гг.

Мониторинговое устройство $PM_{2.5}$	«Хорошие» дни	«Средние» дни	«Нездоровые» для чувств. людей дни	«Нездоровые» дни	«Очень нездоровые» дни	«Опасные» дни	Дни без данных
Центральная часть города, с 01.12.22 по 10.02.23	0	0	4	27	19	11	11
Западная часть города, с 19.01 по 13.02.23	0	0	0	4	6	16	0
Юго-западная часть города, с 01.02 по 28.02.23	0	4	6	18	0	0	0
Станция посольства США	0	17	21	32	10	10	0

Наиболее «чистой» зимой была южная часть города (станция Посольства США) здесь наблюдалось 17 «средних» дней за сезон. В основном на станции Посольства США наблюдались «нездоровые» дни для чувствительных групп людей (21 день) и «нездоровые» дни для всех без исключения людей (32 дня), которые в сумме составили 53 дня за сезон, «очень нездоровых» (10 дней) и «опасных» (10 дней) дней было 20 дней за сезон.

В юго-западной (датчик в микрорайоне Джал) части города в феврале наблюдалось 4 «средних» дня, «нездоровые» дни в сумме составили — 24 дня, из них 16 дней были «нездоровые» дни для всех без исключения людей. «Очень нездоровых» и «опасных» дней не зафиксировано в феврале.

В центрально части города так же не было «средних» дней. Было 4 дня «нездоровых» для чувствительных групп людей и 27 дней «нездоровые» дни для всех без исключения людей, которые в сумме составили — 31 день. «Очень нездоровых» и «опасных» дней было 19 и 11 дней соответственно, в сумме всего 30 дней. 29 дней были без данных.

Западная часть города (в районе жилмассива Ала-Тоо, где только печное отопление), была самой загрязненной. Датчик работал здесь с всего 26 дней с 19 января по 13 февраля 2023 г. «Хороших», «средних» и даже «нездоровых» дней для чувствительных групп людей здесь не было. «Нездоровых» и «очень нездоровых» дней было 4 и 6 дней соответственно. «Опасные» дни преобладали — 16 дней из 26 дней наблюдений.

Стоит отметить, что в конце 2012 года ЕРА изменил верхний предел концентраций первых трех индексов,²³ 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 11 показывает среднюю концентрацию PM_{2.5} за три месяца зимнего периода с данных мониторинговых устройств.

Самые высокие средние концентрации PM_{2.5} с момента установки датчика — 19 января по 13 февраля наблюдались в западной части города — 275 мкг/м³ (7.9 ПДК). Высокие значения, связаны с месторасположением датчика, в жилом массиве, где основной источник отопления — уголь и различный мусор (в том числе отходы швейной промышленности, автомобильные покрывала и т.п.).

В центральной части города загрязнение твердыми частицами за три месяца зимы составило — 176 мкг/м³ или 5.0 ПДК.

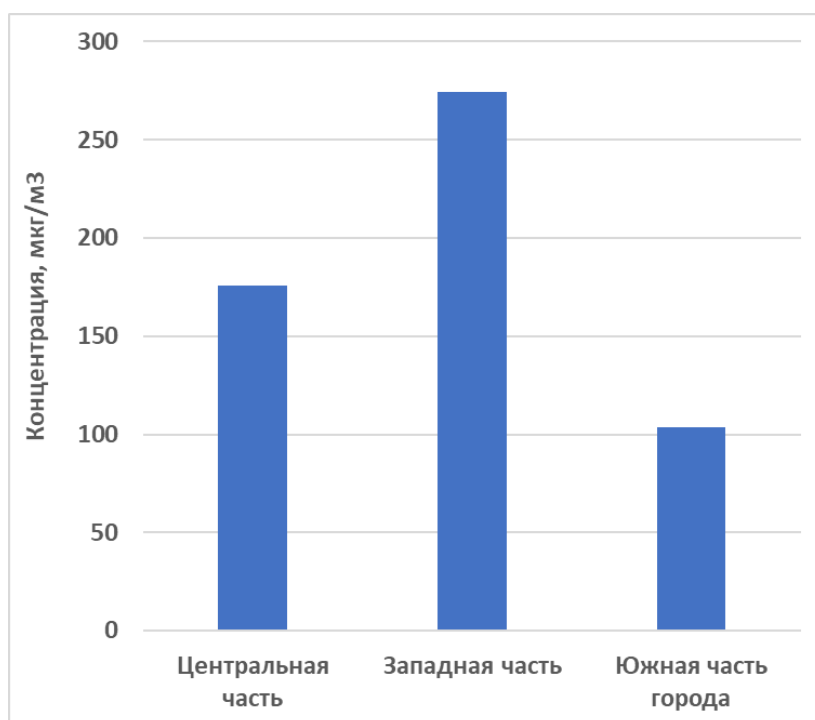


График 11. Средняя концентрация $PM_{2.5}$ за зимний период 2022–2023 гг. на мониторинговых станциях в городе Бишкек

В южной части города в районе Посольства США в среднем за зиму концентрация $PM_{2.5}$ составила — 104 мкг/м³ (3.0 ПДК). Относительно низкие концентрации $PM_{2.5}$, связаны так же с местоположением — эта станция расположена в непосредственной близости к горам и хорошо продуваема ветрами горно-долинной циркуляции.

Анализ среднемесячных концентраций вредных газов на семи ПНЗ Кыргызгидромета показал, превышение среднесуточных ПДК КР для NO_2 от 1.5 до 1.8 раз, для $HCON$ от 1.7 до 2.3 раз в зависимости от месяца. Концентрации остальных газов не вышли за пределы ПДК (были на уровне 0.3–0.8 ПДК) во все месяцы рассматриваемого сезона.

Количество дней, когда были превышены значения предельно-допустимых среднесуточных концентраций велико в каждый месяц зимы: по NO_2 — это 21-24 дня, по $HCON$ — это 22-25 дней, по NO — это 6-17 дней.

КРАТКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Качество воздуха по мелкодисперсным твердым частицам ($PM_{2.5}$) в городе Бишкек как показали мониторинговые устройства ОО «МувГрин», Кыргызгидромета и Посольства США зимой 2022-2023 гг. было не благоприятным для здоровья населения столицы, а в некоторые дни — опасным. Концентрации $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе превышали предельные допустимые нормативы КР, как средние, так и максимальные разовые, на всех анализируемых мониторинговых устройствах. Наиболее загрязненными месяцами зимой были декабрь и особенно январь, так как ПДК были превышены во все дни месяцев, а ПДКм.р. — до 44 и 58% дней этих месяцев.
2. Самые высокие среднесуточные концентрации $PM_{2.5}$ наблюдались в западной части города, где могли достигать в среднем за период с 19 января по 13 февраля до 275 мкг/м^3 (7.9 ПДК). Самые низкие среднесуточные концентрации $PM_{2.5}$ наблюдались в южной части города, в среднем за зиму составили — 104 мкг/м^3 (3.0 ПДК). В центральной части города загрязнение твердыми частицами за три месяца зимы составило — 176 мкг/м^3 или 5.0 ПДК.
3. Самые высокие среднесуточные концентрации $PM_{2.5}$ на всех станциях были зафиксированы в январе, они превышали не только ПДК (равен 35 мкг/м^3) до 5.8 раз (и даже до 8.2) практически во все дни, а в отдельные — до 14,6–16,2 раз, но и ПДКм.р. (равен 160 мкг/м^3) — до 3.5 раз.
4. Наибольшее повышение концентраций $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе отмечалось с 19:00 вечера до 02:00 ночи по данным датчиков ОО «МувГрин». Максимальные средние значения $PM_{2.5}$ были особенно высоки в январе, увеличиваясь до $263\text{--}305 \text{ мкг/м}^3$ (7.5-8.7 ПДК или 1.6-1.9 ПДКм.р.). На станции посольства США максимальные значения $PM_{2.5}$ наблюдались днем в 14:00-15:00 и вечером в 20:00-21:00. Особенно велико значение их было в январе — в среднем за месяц 217 мкг/м^3 (6.2 ПДК), в отдельные дни наблюдались значения $611\text{--}732 \text{ мкг/м}^3$, а это превышает ПДК в 17,5-20,9 раз или ПДКм.р. в 3,8-4,6 раз.
5. Самые низкие концентрации по данным датчиков ОО «МувГрин» отмечались утром в 05:00-06:00 и с 13:00 дня до 16:00 вечера, с минимумом в феврале до 68 мкг/м^3 (1.9 ПДК). На станции Посольства США наименьшая величина загрязнения воздуха наблюдалась утром с 07:00 до 10:00 и в феврале составила всего 35 мкг/м^3 (1,0 ПДК).
6. Среднемесячные концентрации диоксида азота (NO_2) и формальдегида ($HCHO$) за зимний период по данным ПНЗ Кыргызгидромета превышали среднесуточные ПДК КР от 1.5 до 1.7 раз и от 1.7 до 2.3 раз, соответственно в зависимости от месяца. Концентрации остальных газов не вышли за пределы ПДК (были на уровне 0.3-0.8 ПДК) во все месяцы рассматриваемого сезона.

7. Количество дней, когда были превышены значения предельно-допустимых среднесуточных концентраций велико в каждый месяц зимы: по NO₂ — это 21-24 дня, по HCOH — это 22-25 дней, по NO — это 6-17 дней. Предельно-допустимые максимальные разовые концентрации были превышены по NO₂ от 18 до 26 дней каждый месяц, по HCOH — только 1 день в январе.

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 листьев, 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.
- Использовать более экологичные виды топлива такие как сжатый природный и сжиженный газы, а также другие альтернативные виды (например, биоэтанол, бездымное топливо) в качестве топлива, а также снижение налогов и платежей за его реализацию.
- Вводить санкции в отношении реализаторов некачественного вида топлива.²⁴
- 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.
- Ввести экологический контроль технического состояния автомобилей при помощи введения экологического сертификата единого образца.
- Заложить строительство велодорожек, соединяющих рабочий центр и спальные районы Бишкека в 2023 году.
- Вести контроль и штрафовать за скупку катализаторов.

- 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, разработанного 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-andconsulates/#Kyrgyzstan\\$Bishkek](https://www.airnow.gov/international/us-embassies-andconsulates/#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.
- Рекомендуются 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.
- Проводить добровольный техосмотр автомобиля и использовать качественное топливо для автомобиля.
- 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-environment-effects-particulate-matter-pm>
- [6] <https://apps.who.int>
- [7] <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2#What%20is%20NO2>
- [8] <http://auagroup.kz>
- [9] Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха, касающиеся твердых частиц, озона, двуокиси озона и двуокиси серы. 2005. Краткое изложение оценки риска. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_rus.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- [10] Facts About Formaldehyde. EPA. <https://www.epa.gov/formaldehyde/facts-about-formaldehyde>
- [11] 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)
- [12] 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>
- [13] О качестве воздуха и измерениях загрязнения. <https://aqicn.org/404/ru/>
- [14] Карта предоставлена Кыргызгидрометом
- [15] Датчики установлены в рамках инициативы «Экономический коридор Алматы – Бишкек», подробная информация на сайте <https://www.almaty-bishkek.org/air-quality>
- [16] <http://gov.meteo.kg/?map=5>
- [17] Фотография с сайта Посольства США в КР: <https://kg.usembassy.gov/ru>
- [18] Бюллетень о состоянии загрязнения атмосферного воздуха города Бишкек скачан с сайта Кыргызгидромета. <http://gov.meteo.kg/?map=7>
- [19] Бюллетень о состоянии загрязнения атмосферного воздуха города Бишкек скачан с сайта Кыргызгидромета. <http://gov.meteo.kg/?map=7>
- [20] Среднесуточные нормативы КР для PM_{2.5} в атмосферном воздухе =35 мкг/м³,максимально разовые нормативы КР для PM_{2.5} в атмосферном воздухе =160 мкг/м³
- [21] Среднесуточные нормативы КР для PM_{2.5} в атмосферном воздухе =35 мкг/м³,максимально разовые нормативы КР для PM_{2.5} в атмосферном воздухе =160 мкг/м³
- [22] Среднесуточные нормативы КР для PM_{2.5} в атмосферном воздухе =35 мкг/м³,максимально разовые нормативы КР для PM_{2.5} в атмосферном воздухе =160 мкг/м³
- [23] 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
- [24] Т.е. не соответствующего стандартам ЕАЭС и нормам по экологической безопасности. В таком бензине высокое содержание различных примесей. В основном оценивается количество соединений серы и ароматических углеводородов в бензинах. Эти вещества при сгорании образуют ядовитые соединения, которые наносят вред не только окружающей среде, но и топливной и выхлопной системе автомобиля, а также жизни и здоровью людей.