



ОБЗОР ДАННЫХ
КОНЦЕНТРАЦИЙ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ
Веществ в ВОЗДУХЕ

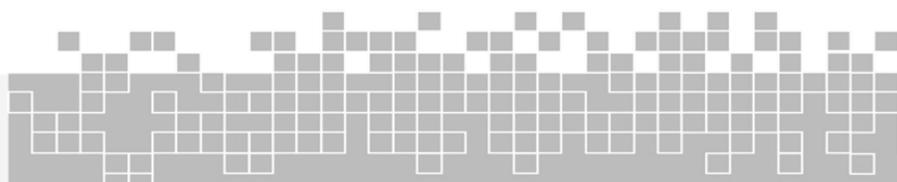
Период:
Декабрь 2020 г.-
Февраль 2021 г.



2020-21

ЗИМА

СЕЗОННЫЙ ОТЧЕТ ПО КАЧЕСТВУ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В БИШКЕКЕ



СОДЕРЖАНИЕ

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”)
20	АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ (PM _{2.5}) (АВТОМАТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ КЫРГЫЗГИДРОМЕТА)
24	АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗОВ (ПОСТЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (ПНЗ) КЫРГЫЗГИДРОМЕТА)
29	АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ (PM _{2.5}) (ДАТЧИК ПОСОЛЬСТВА США)
33	ОБЩИЕ ВЫВОДЫ
37	КРАТКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ
38	РЕКОМЕНДАЦИИ

i. эта 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 “МузГрин”
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
ИКВ	- Индекс качества воздуха
ПНЗ	- Посты наблюдений 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 г. Бишкек.

Отчет подготовлен Общественным Объединением “MoveGreen” (ОО “МувГрин”) с использованием данных Агентства по гидрометеорологии 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 трех источников:

- Два датчика AirKaz, установленных ОО “МувГрин”;
- Автоматическая станция Кыргызгидромета;
- 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–февраль) по PM_{2.5} в г.Бишкек показал, что качество воздуха зимой 2020-21 было неудовлетворительным, так как показатели превышали среднесуточные предельно допустимые концентрации КР более 70% зимнего периода. Декабрь и январь имели наиболее высокие среднесуточные концентрации PM_{2.5}, которые превышали ПДК от 8 до 12 раз. Острая ситуация наблюдалась в декабре, когда среднесуточные концентрации PM_{2.5} превышали ПДК на всех мониторинговых устройствах за исключением 1-3 дней в зависимости от станции.

Среднемесячные концентрации диоксида азота (NO₂) зимой 2020-21 в г.Бишкек показали превышение среднесуточных ПДК КР от 1.2 до 3.5 раз в зависимости от месяца и месторасположения ПНЗ. По данным ПНЗ №1 (пересечение ул.Манаса / Московской) зимой 2020-21, среднемесячные концентрации NO₂, оксида азота (NO), и формальдегида (НСОН) превышали среднесуточные ПДК от 2.3 до 3.5, от 4.3 до 6 и от 2.6 до 5 раз, соответственно.

Анализ данных по концентрациям PM_{2.5} в зависимости от времени суток показал наибольшие концентрации с 18:00 вечера до 1:00 ночи на всех мониторинговых станциях. Повышение концентраций по данным датчиков “МувГрин” и станции Кыргызгидромета были зафиксированы с 18:00 вечера, однако, повышение показателей на станции посольства США, отмечены с 12:00 дня и продолжались до 1:00 ночи. Наиболее низкие концентрации на территории посольства США наблюдались в утреннее время с 8:00 до 11:00 утра, однако остальные станции показали снижение концентраций в раннее утро (6:00, 7:00) и в дневные часы после 12:00.

Атмосферный воздух в зимний период был особенно загрязнен в центральной части города, как показали данные датчиков “МувГрин”, следующие по загрязненности выявлены районы посольства США и Кыргызгидромета.

Увеличение концентраций твердых частиц в зимний период связано с отопительным сезоном (одна из причин), т.е. когда местное население использует твердое топливо для обогрева частных домов, как внутри города, так и в близлежащих жилмассивах. Необходимо отметить, что сложившиеся метеорологические условия (штиль, слабый ветер, ветер неблагоприятного направления, 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', что 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 дымку².

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}).

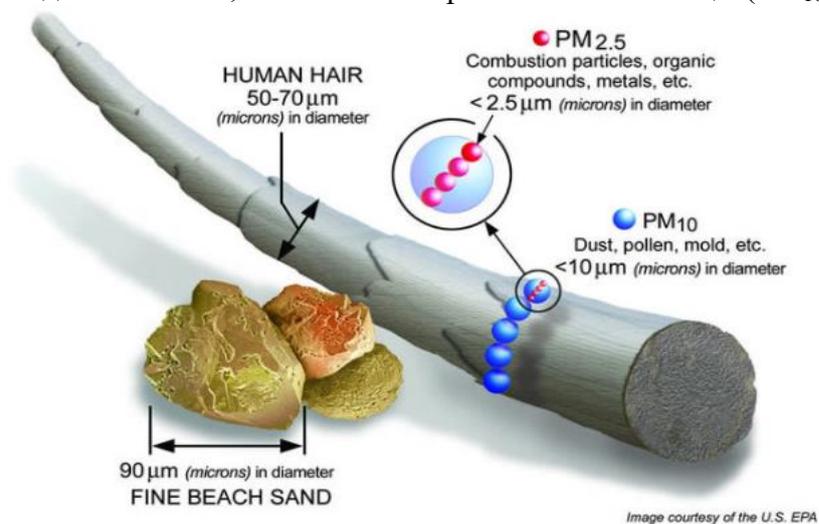


Рисунок 1³. Размеры мелкодисперсных твердых частиц (PM₁₀ и PM_{2.5}) по сравнению с человеческим волосом и песчинкой.

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 из сайта Агентства по Охране окружающей среды в США (US EPA), <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>

ИСТОЧНИКИ ЧАСТИЦ. Источники **PM** можно разделить на две группы:

- **Природные**, т.е. частицы, которые образуются в результате естественных процессов, например, пыль, переносимая ветром (в основном в грубой фракции PM_{10})
- **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 $PM_{2,5}$ и менее.

Частицы могут образовываться:

- а) от источников при непосредственном сбрасывании в атмосферный воздух такие частицы называют **первичными PM**;
- б) в воздухе при различных химических реакциях, такие частицы относятся к **вторичным PM**.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЗДОРОВЬЕ. PM_{10} и $PM_{2,5}$ 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 населения⁴.

Для примера, по данным ВОЗ (2013) в условиях хронической экспозиции $PM_{2,5}$ и при каждом увеличении концентрации на 10 мкг/м^3 кардиопульмональная смертность увеличивается на 6-13%. К группе риска относятся население с заболеваемостью органов дыхательных путей и сердечнососудистой системы, а также пожилые люди и дети (особенно младенцы).

По данным ВОЗ (2013 г.)⁵ постоянное вдыхание частиц сокращает продолжительность жизни в среднем около 9 месяцев. Мелкодисперсные частицы являются также одними из главных факторов снижения видимости и могут наносить различный урон природе в зависимости от их химического состава⁶.

2. ГАЗЫ

ДИОКСИД АЗОТА ИЛИ NO_2 ^{7,8}

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 PM). 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.

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 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

⁶ Health and environmental effects of particulate matter (PM), EPA, <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>

⁷ <https://apps.who.int>

⁸ <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2#What%20is%20NO2>

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 NO₂ 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 NO₂ 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^{9,10}

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 сжигания ископаемого топлива (*уголь, мазут*) на теплоэлектростанциях 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 действие на слизистые оболочки, воспаление носоглотки, трахеи, бронхиты, кашель, хрипота и боль в горле.

⁹ <http://auagroup.kz>

¹⁰ 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

Воздействие SO_2 в концентрациях выше ПДК может вызвать нарушение функций дыхания и существенное увеличение предрасположенности к болезням дыхательных путей.

Особенно высокая чувствительность к действию SO_2 наблюдается у людей с хроническими нарушениями органов дыхания, с астмой. В газообразной форме SO_2 может вызывать раздражение органов дыхания, а в случае краткосрочного воздействия высоких доз в зависимости от индивидуальной чувствительности может наблюдаться обратимый эффект на функцию легких.

АММИАК ИЛИ NH_3 ^{11,12}

NH_3 представляет собой прозрачный бесцветный газ с сильным запахом, который заметен при концентрациях выше 50 мкг/м^3

ИСТОЧНИКИ NH_3 В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ. Источниками выбросов аммиака были признаны различные отрасли промышленности. К ним относятся производство удобрений, производство кокса, сжигание ископаемого топлива, животноводство и методы охлаждения. Большинство выбрасываемого аммиака образуется при обращении с отходами животноводства и производстве удобрений.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЗДОРОВЬЕ. NH_3 ядовит при вдыхании в больших количествах, а при меньших количествах может привести к раздражению глаз, носа и горла.

ФОРМАЛЬДЕГИД ИЛИ НСОН ¹³

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

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

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

¹¹ Control and Pollution Prevention Options for Ammonia Emissions. EPA-456/R-95-002. <https://www3.epa.gov/ttn/catc/dir1/ammonia.pdf>

¹² Ammonia. Compound summary. National Library of Medicine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Ammonia>

¹³ Facts About Formaldehyde. EPA. <https://www.epa.gov/formaldehyde/facts-about-formaldehyde>

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 (Таб.1).

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

Название загрязнителя	Гигиенические нормативы КР, (мкг/м^3)			Рекомендации ВОЗ ¹⁴ , (мкг/м^3)	
	Максимально разовая	Среднесуточные	Среднегодовые	Среднесуточные	Среднегодовые
PM_{10}	300	60	40	50	20
$PM_{2.5}$	160	35	25	25	10
NO_2	85	40		200(для часа)	40
SO_2	500	50		20	
NO	400	60			
NH_3	200	40			
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

¹⁴ Качество атмосферного воздуха и здоровье. ВОЗ.2018. [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)

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 населения (EPA, 2019)¹⁵.

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.

В таблице 3 расписано, 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 2. Индекс качества воздуха и соответствующая среднесуточная концентрация PM_{2.5} согласно стандартам Агентства по охране окружающей среды США

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

Таблица 3. Описание каждой категории индекса качества воздуха согласно стандартам Агентства по охране окружающей среды США (US-EPA 2019)¹⁶

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.

¹⁵ Air Quality Index (AQI) Basics. EPA, 2019. <https://cfpub.epa.gov/airnow/index.cfm?action=aqibasics.aqi>

¹⁶ О качестве воздуха и измерениях загрязнения. <https://aqicn.org/404/ru/>

СТАНЦИИ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В БИШКЕКЕ

1.ДАТЧИКИ AIRKAZ УСТАНОВЛЕННЫЕ ОО “МУВГРИН”

Из пяти датчиков AirKaz в г.Бишкек, для анализа были использованы данные двух датчиков, так как показатели с остальных датчиков были не полными (из-за периодических технических неполадок) и поэтому не представили полной картины по качеству воздуха за анализируемый период. Два датчика AirKaz были установлены в 2018г., они расположены в городе (на ул. Бейшеналиевой/Токтогула (район Ошского рынка), ул. Московской/Уметалиева). Эти датчики определяют мелкодисперсные твердые частицы в воздухе (PM₁₀, PM_{2.5}), и данные ежеминутно передаются и отображаются (PM_{2.5}) в мобильном приложении AQ.kg и на сайтах www.movegree.kg/map и <https://airkaz.org/bishkek.php>, кроме того отображается также средняя концентрация за сутки. Датчики AirKaz сертифицированы Центром стандартизации и метрологии Министерства экономики КР (Кыргызстандарт) в марте 2019 года и внесены в Государственный реестр средств измерений Кыргызской Республики (Рис.2).



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

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

В рамках Финско-Кыргызского Метеорологического Проекта (Финкмет) в мае 2015 года установлена автоматическая станция (Рис.4), укомплектованная автоматическими газоанализаторами по 9-ти показателям: пылевые частицы по фракциям (TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁), диоксид серы, окислы азота (NO_x, NO, NO₂), оксид углерода. Месторасположение станции финскими экспертами квалифицировано как городской фон. Станция находится в западной части города по улице Луцкихина.



Рисунок 4. Фотографии автоматической станции Кыргызгидромета (слева) и мониторинговой станции Посольства США, г. Бишкек (справа)¹⁸

3.УСТРОЙСТВО ПО МОНИТОРИНГУ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА PM_{2.5} ПРИ ПОСОЛЬСТВЕ США.

Это устройство (Рис.4), было одобрено Агентством по Охране Окружающей Среды США (US EPA) и установлено в декабре 2018 года на территории Посольства. А также 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 [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).

Более подробная информация о месторасположении всех мониторинговых устройств PM_{2.5} на рисунке ниже.

¹⁸ Фотография с сайта Посольства США в КР: <https://kg.usembassy.gov/ru/u-s-embassy-air-quality-monitor-officiallyregistered-by-kyrgyz-standard-ru/>

Карта месторасположений станций и датчиков мониторинга качества воздуха, установленные ООО "MoveGreen", агентством по гидрометеорологии при МЧС КР "Кыргызгидромет" и посольством США в Бишкеке.

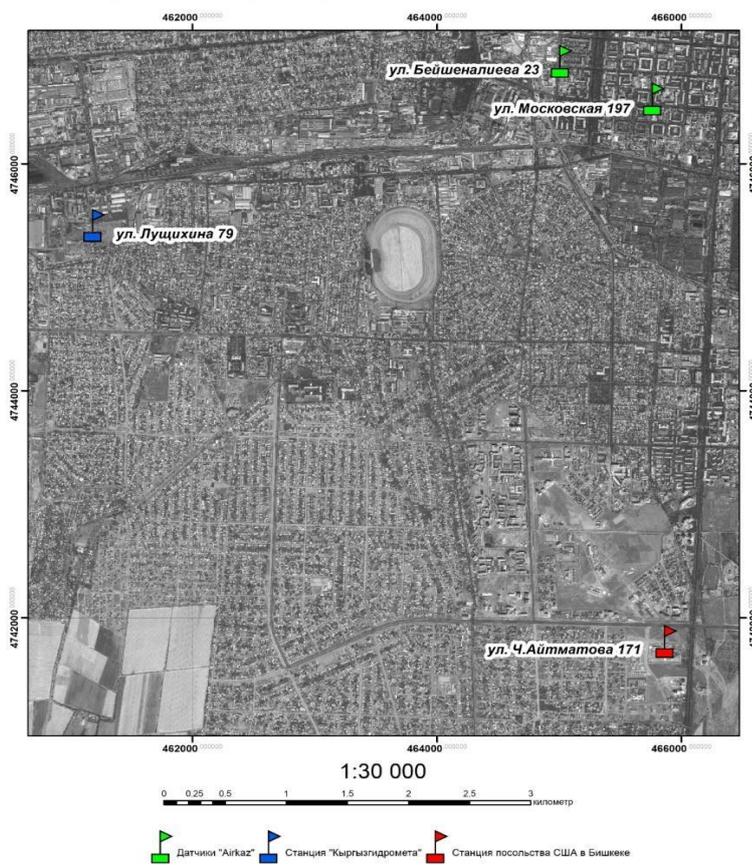


Рисунок 5. Карта г. Бишкек с месторасположением мониторинговых станций по качеству воздуха ($PM_{2.5}$)

Этот отчет сфокусирован на всех загрязнителях, определяемых на мониторинговых устройствах.

АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ (PM_{2.5}) (ДАТЧИКИ “МУВГРИН”)

Анализ данных с датчиков “МувГрин”, расположенных на пересечении улиц Бейшеналиевой и Токтогула (1) и улиц Московской и Уметалиева (2) показал, что загрязнение атмосферного воздуха в декабре и январе было высоким и превышало ПДК в определенные дни до 12 раз, что говорит об увеличении загрязненности воздуха в зимний период. (Граф.1).

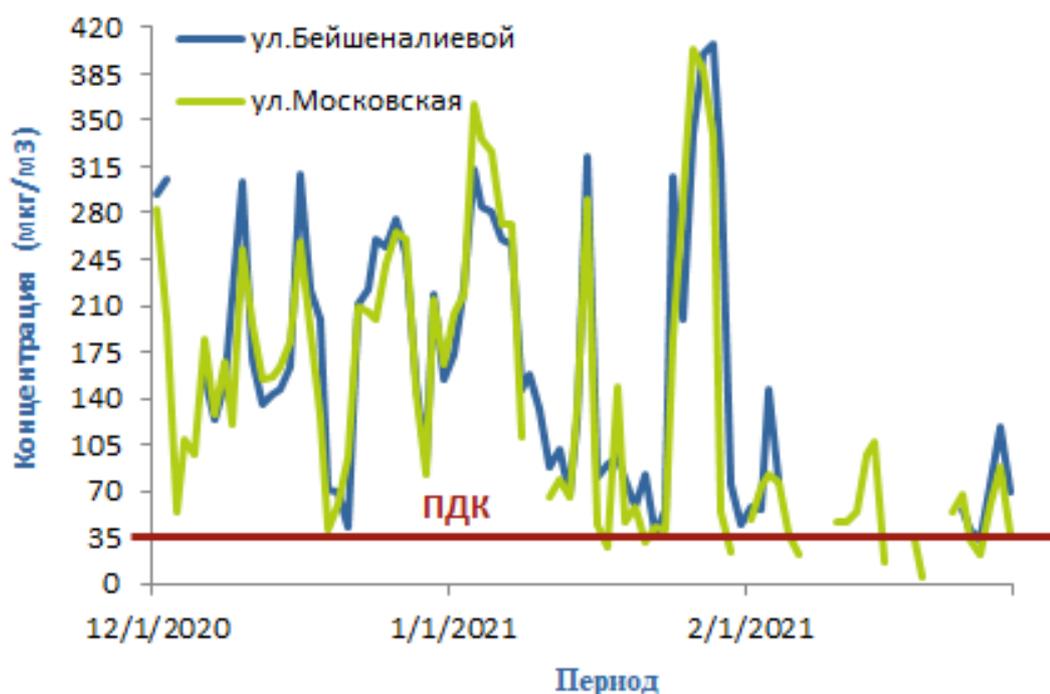


График 1. Среднесуточная концентрация PM_{2.5} в г. Бишкек за зиму 2020-21 (датчики на ул. Бейшеналиевой (1) и ул. Московской (2))

Весь декабрь 2020 концентрации PM_{2.5} превышали среднесуточные национальные нормативы КР (35 мкг/м³) от 1.2 до 9 раз, как на ул. Бейшеналиевой так и на ул. Московской. Здесь стоит отметить, что данные с датчиков за декабрь 2020 на ул. Бейшеналиевой получены за каждый день кроме трех дней (технические неполадки) и на ул. Московской данные были получены за каждый день.

Январь 2021 также отличился высокими концентрациями PM_{2.5} на обоих датчиках. Весь январь среднесуточные концентрации превышали нормативы КР на ул. Бейшеналиевой, где наблюдения по PM_{2.5} в воздухе проводились каждый день. На ул. Московской в январе 2021 три дня были без данных, остальные дни, кроме трех, превышали нормативы КР. Превышение среднесуточных концентраций варьировалось от 1.1 до 12 раз на обоих датчиках.

Февраль месяц, к сожалению, не смог показать полную картину по качеству воздуха как на ул. Бейшеналиевой, так и на ул. Московской из-за отсутствия данных 18 и 8 дней

соответственно. Кроме того, при анализе среднесуточных концентраций ул. Московской в феврале были дни с неполными почасовыми данными.

На графике 2, колонка салатового цвета показывает количество дней превышающих ПДК КР, бордовая колонка показывает количество дней превышающих нормативы рекомендованные ВОЗ и серая колонка указывает количество дней без данных за каждый зимний месяц.

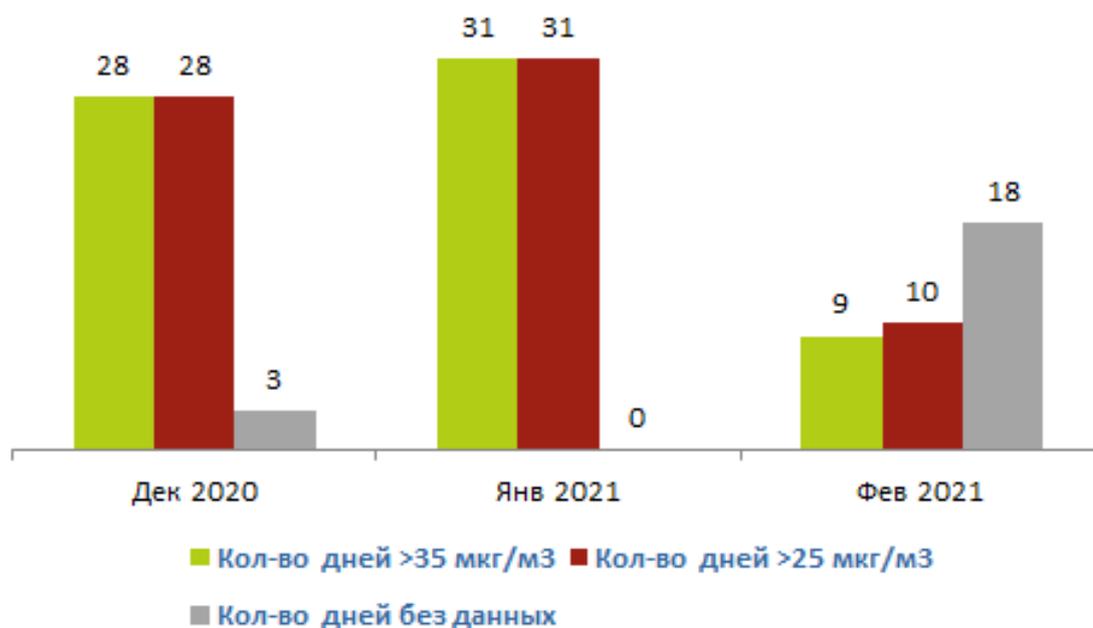


График 2. Количество дней с концентрациями $PM_{2.5}$, превышающими среднесуточные нормативы (КР и ВОЗ) в атмосферном воздухе за зимний период (на ул. Бейшеналиевой, район Ошского рынка)

Общее количество дней, с превышением среднесуточных ПДК КР для $PM_{2.5}$ (35 мкг/м³) в декабре 2020 по данным датчика на ул. Бейшеналиевой, было 28, и три дня датчик не показывал данных из-за технических неполадок.

Среднесуточная концентрация $PM_{2.5}$ была выше ПДК КР весь январь, а в феврале превышение показали только 9 дней, и датчик большую часть дней не показывал данных.

Для сравнения с рекомендациями ВОЗ, по которым среднесуточная концентрация $PM_{2.5}$ не должна превышать 25 мкг/м³, количество дней с превышением нормативов ВОЗ, составило 28, 31 и 10 дней в декабре, январе и феврале соответственно (Граф.2), т.е. почти весь зимний сезон население, проживающее в районе Ошского рынка г. Бишкек, дышало опасным для здоровья атмосферным воздухом.

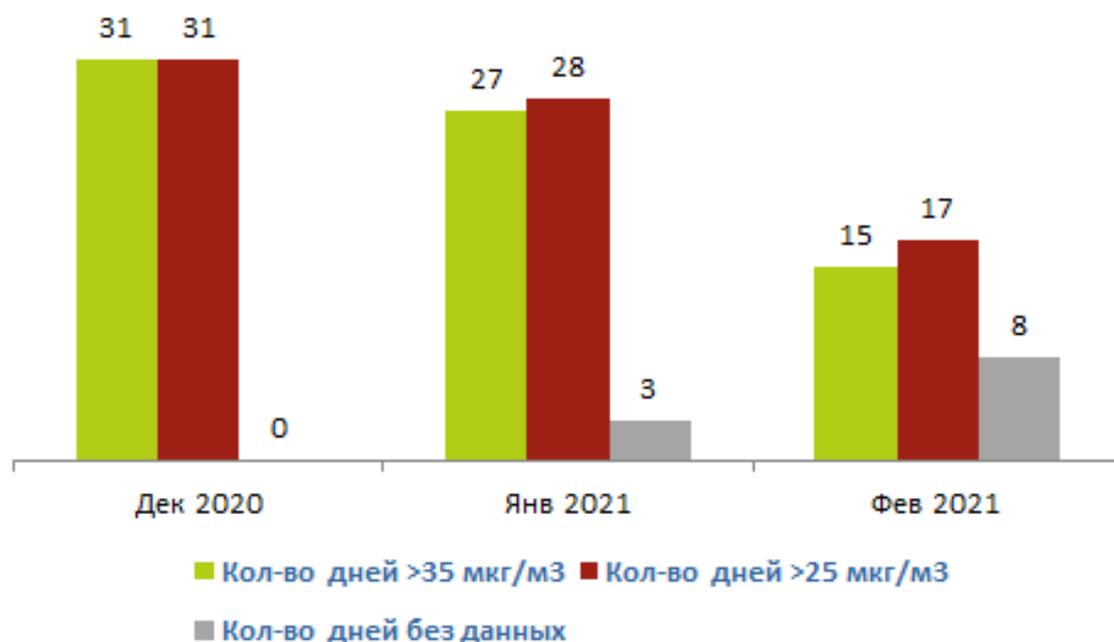


График 3. Количество дней с концентрациями PM_{2,5}, превышающими среднесуточные нормативы (КР и ВОЗ) в атмосферном воздухе за зимний период (на пересечении улиц Московской и Уметалиевой)

Схожие данные показал датчик на ул. Московской (Граф.3), где весь декабрь превышал среднесуточные ПДК КР. В январе 27 дней превышали ПДК КР, однако три дня были без данных и только один день был в пределах норм. В феврале общее количество проанализированных дней составило 20 из них 15 дней превышали ПДК КР.

Для сравнения с рекомендованными нормативами ВОЗ (25 мкг/м³), количество дней с превышением нормативов ВОЗ, составило 31, 28 и 17 дней в декабре, январе и феврале, соответственно (Граф.3), т.е. так же, как и на ул. Бейшеналиевой весь декабрь, почти весь январь и большую часть февраля население, проживающие в районе пересечения улиц Московской и Уметалиева в г. Бишкек, дышало неблагоприятным для здоровья атмосферным воздухом.

На графике 4 показана разница концентраций PM_{2,5} в зависимости от времени суток на улицах Бейшеналиевой и Московской.

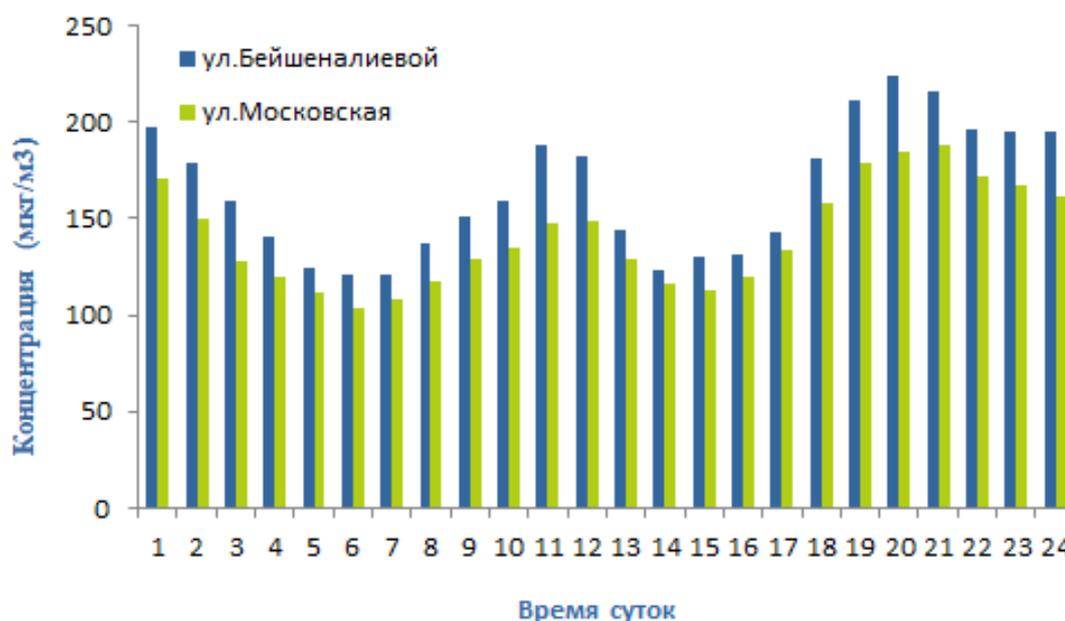


График 4. Суточный ход усредненных часовых концентрации $PM_{2.5}$ за зиму (декабрь 2020- февраль 2021) по данным датчиков на ул. Бейшеналиевой и ул. Московской

Из графика можно заметить, что тренд изменений концентраций в течение дня на двух станциях одинаковый, однако есть разница в концентрациях, график показывает, что концентрации на улице Бейшеналиевой выше чем на ул. Московской, хотя в осенний период было наоборот. Возможно, это связано с метеорологическими условиями в зависимости от сезона.

Отмечается повышение концентраций в обеденное время (11:00-12:00), а также заметное увеличение концентраций зимой наблюдается вечером после 18:00 с максимальными показателями в 20:00, что совпадает по времени, когда население возвращается с работы домой используя транспорт, а также сжигает твердые виды топлива для обогрева домов.

Так как ул. Московская и ул. Бейшеналиевой находятся в центральной части города (Рис.6,7) увеличение частиц в обеденное время зимой можно связать с выхлопными газами, потому что перекрестки этих улиц загружены транспортом с частыми пробками, а также возможно влияние дополнительных факторов. Заметно также что концентрации $PM_{2.5}$ зимой были очень высокими, показатели колебались от 104 до 224 $мкг/м^3$, что показывает ухудшение качества воздуха зимой в связи с увеличением выбросов от различных источников, таких как использование угля частными домами и ТЭЦ г. Бишкек, а также возможно и метеорологическими условиями (например: температурные инверсии, штиль и т.д.). Наименьшие концентрации зафиксированы рано утром (6:00-7:00) и в дневное время с 13:00 до 17:00.



Рисунок 6. Месторасположение датчика “МуВГрин” на ул. Бейшеналиевой и близлежащей территории, снимок со спутника (Google map)



Рисунок 7. Месторасположение датчика “МуВГрин” на ул. Московской и близлежащей территории, снимок со спутника (Google map)

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

Анализ данных с автоматической станции Кыргызгидромета за зиму 2020-21 показал, что большая часть декабря и января концентрация PM_{2.5} превышала пределы допустимых нормативов Кыргызской Республики, где среднесуточные ПДК не должны превышать 35 мкг/м³.

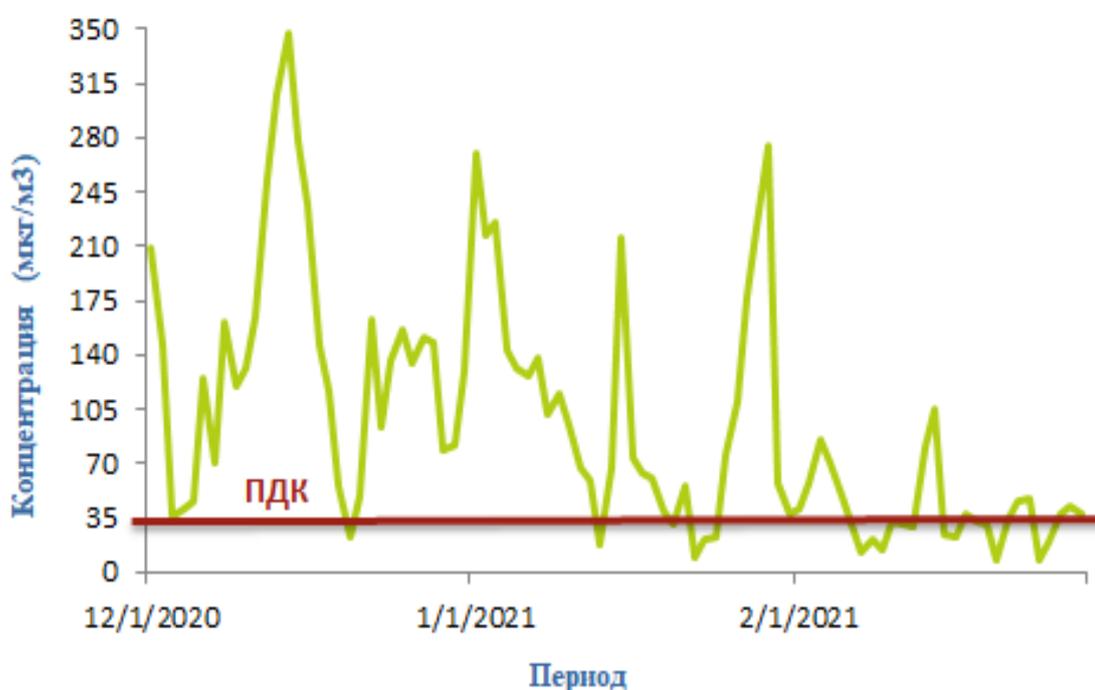


График 5. Среднесуточная концентрация PM_{2.5} в г. Бишкек за зимний период (автоматическая станция Кыргызгидромета)

Среднесуточная концентрация PM_{2.5} в декабре и январе превышала ПДК от 1.6 до 10-ти и от 1.2 до 8-ми раз, соответственно. Из графика 5, можно увидеть, что среднесуточные концентрации начали уменьшаться в феврале с максимальным превышением ПДК до 2-х раз. Как и датчики “МувГрин”, данные станции Кыргызгидромета показали высокое загрязнение атмосферного воздуха в зимнее время, особенно в декабре и январе.

График 6 показывает количество дней зимой, которые превышали среднесуточные ПДК КР и ВОЗ (салатовая и бордовая колонки), по которым концентрация PM_{2.5} не должна превышать 35 мкг/м³ и 25 мкг/м³, соответственно. В зимний период на автоматической станции Кыргызгидромета измерения PM_{2.5} проводились каждый день.

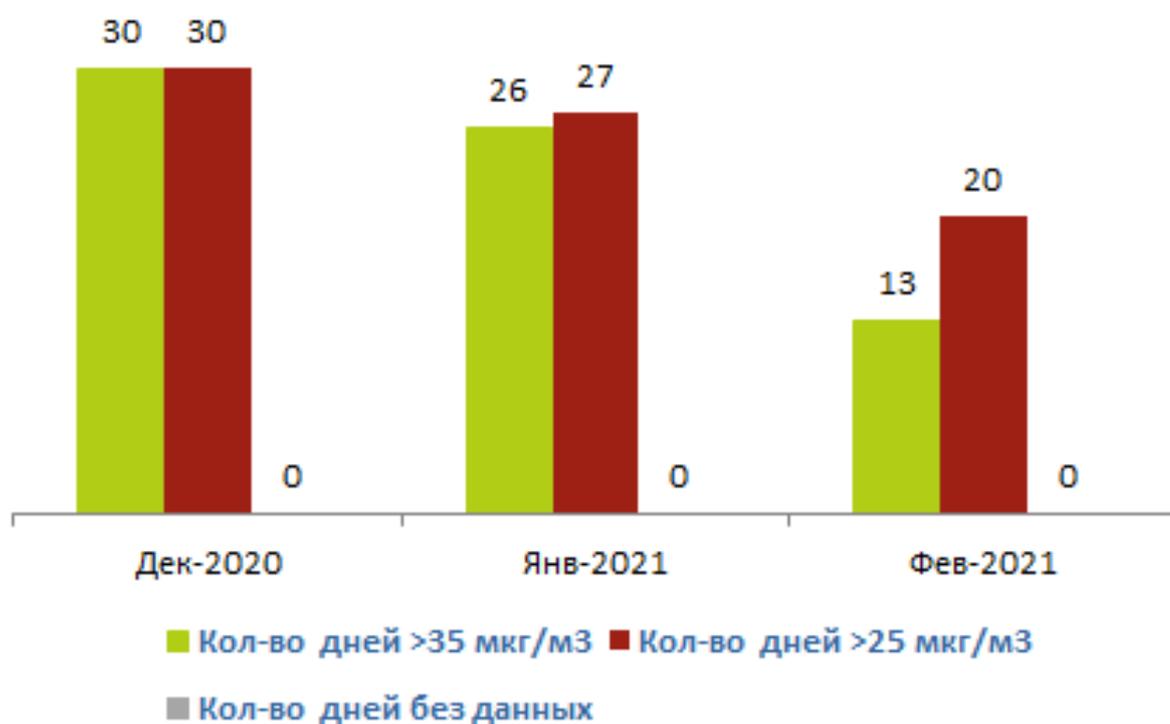


График 6. Количество дней с концентрациями PM_{2.5}, превышающими среднесуточные нормативы КР (35 мкг/м³) и ВОЗ (25 мкг/м³) в атмосферном воздухе за зимний период (Станция Кыргызгидромета)

Декабрь был наиболее загрязненным месяцем в зимний период, так как почти весь месяц, (кроме одного дня) среднесуточные концентрации превышали ПДК КР и ВОЗ.

В январе ситуация почти не отличалась от декабря. Превышение ПДК КР И ВОЗ отмечалось почти весь январь за исключением 3-х и 4-х дней, соответственно.

20 дней февраля среднесуточные концентрации превышали ПДК ВОЗ и 13 дней превышали ПДК КР. Из этого следует, что почти весь декабрь и январь, а также больше половины февраля население, проживающее в районе станции Кыргызгидромета (ул. Луцкихина) в Бишкеке, дышало неблагоприятным для здоровья атмосферным воздухом.

График 7 показывает разницу концентраций PM_{2.5} в зависимости времени суток по данным автоматической мониторинговой станции Кыргызгидромета за зиму. На этом графике можно отчетливо увидеть, повышение концентраций PM_{2.5} в вечернее время начиная с 18:00, что совпадает по времени, когда население возвращается с работы домой используя транспорт и сжигает твердые виды топлива для обогрева своих домов.

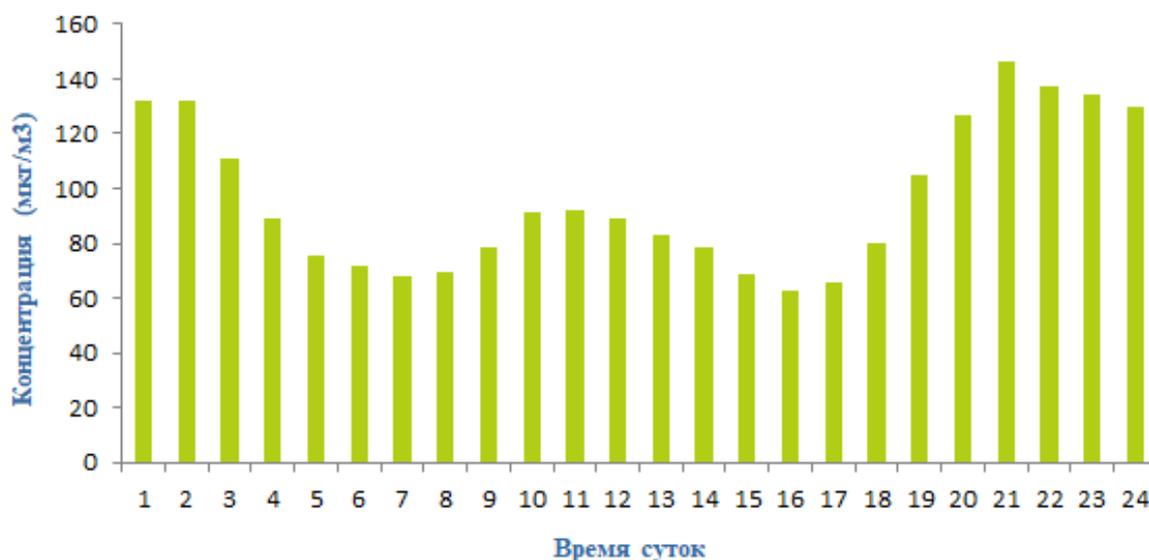


График 7. Суточный ход усредненных часовых концентрации $PM_{2.5}$ за зиму (декабрь 2020- февраль 2021) по данным станции Кыргызгидромета

Как видно из графика качество воздуха улучшается к утру и с 5:00 до 8:00, однако заметно повышение концентраций в около обеденное время, также как показали данные с датчиков “МувГрин”. На станции Кыргызгидромета наименьшие концентрации $PM_{2.5}$ в течение дня зафиксированы с 15:00-17:00, однако в целом показатели $PM_{2.5}$ зимой были высокими, вне зависимости от времени суток. Они колебались от 63 до 146 $мкг/м^3$.

Как видно из рисунка 8 к возможным источникам, увеличивающим концентрации $PM_{2.5}$ на станции Кыргызгидромета, в вечернее время относится частный сектор (вокруг станции), который использует твердые виды топлива для обогрева домов, в дополнении к другим источникам выбросов.



Рисунок 8. Месторасположение автоматической станции Кыргызгидромета и близлежащей территории, снимок со спутника (Google map)

АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗОВ (ПОСТЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (ПНЗ) КЫРГЫЗГИДРОМЕТА)

Наблюдения за загрязнением воздуха вредными газами проводятся Кыргызгидрометом на семи ПНЗ г. Бишкек, ниже приведена таблица 4 указывающая каждый пост и плюсами отмечены загрязнители, определяемые в них. Диоксид серы (SO₂) и диоксид азота (NO₂) измеряется на всех постах, остальные загрязнители измеряются только в двух из семи ПНЗ.

Таблица 4. Загрязнители воздуха, определяемые в семи ПНЗ в г. Бишкек

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

На графиках 8 и 9 изображены среднемесячные концентрации SO₂ и NO₂, которые измеряются на семи ПНЗ в г.Бишкек, за три зимних месяца. Красная линия показывает среднесуточную ПДК КР.

За зимний период среднемесячные концентрации SO₂ почти не превышали ПДК, за исключением декабря и января на ПНЗ №2 в 1.1 и 1.5 раз соответственно. Причиной повышения концентраций SO₂ могло послужить сжигание твердого топлива, так как ПНЗ №2 находится на ул. Луцкихина, которая окружена частным сектором.

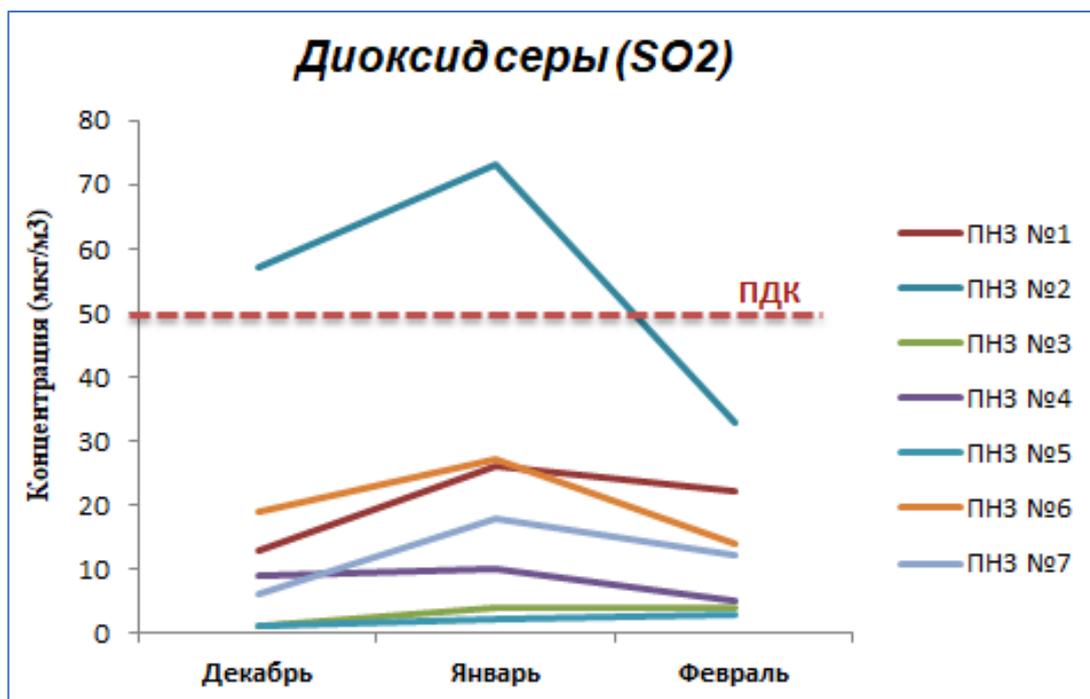


График 8. Среднемесячная концентрация диоксида серы (SO₂) в г. Бишкек за зимний период (ПНЗ Кыргызгидромета)

Среднемесячные концентрации NO₂ (Граф.9) в зимний период превысили среднесуточную ПДК на всех постах, максимальные показатели выявлены в январе на ПНЗ №7, где превышение составляло 3.5 раза. Повышенные концентрации NO₂ на постах могут быть связаны как с выхлопными выбросами от автотранспорта, так и другими источниками, например, сжигание твёрдого вида топлива местным населением, так как часть постов находятся на пересечении загруженных автомобильных улиц, а также недалеко от частного сектора.

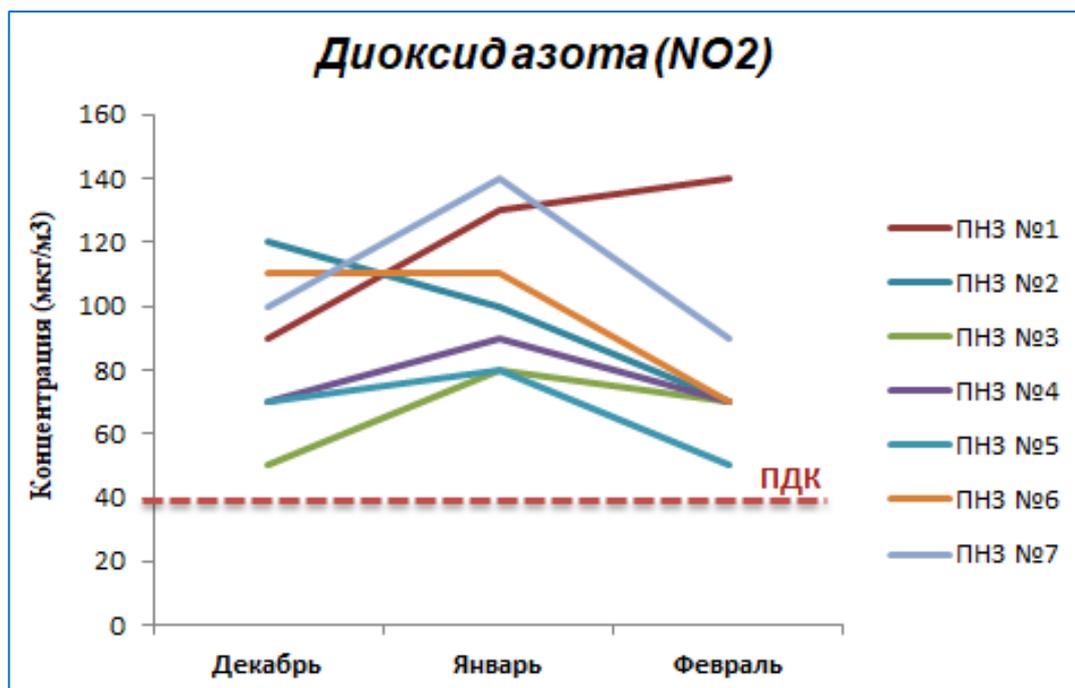


График 9. Среднемесячная концентрация диоксида азота (NO₂) в г. Бишкек за зимний период (ПНЗ Кыргызгидромета)

Оксид азота (NO) (Граф.10) измеряется только на двух ПНЗ №1 и №3. Среднемесячная концентрация NO (как и для NO₂) превысила среднесуточные ПДК на ПНЗ №1 в 4, 5 и 7 раз, за декабрь, январь и февраль, соответственно. Причины превышение NO на ПНЗ №1 могут быть те же, что и для NO₂.

ПНЗ №3 выявил превышение концентраций NO в 1.5 раз в январе. ПНЗ № 3 находится на пересечении не сильно загруженных улиц (Салиевой/Веселой), возможно, поэтому превышение зафиксировано только в январе, хотя декабрь и февраль достигли среднесуточного ПДК= 60 мкг/м³.

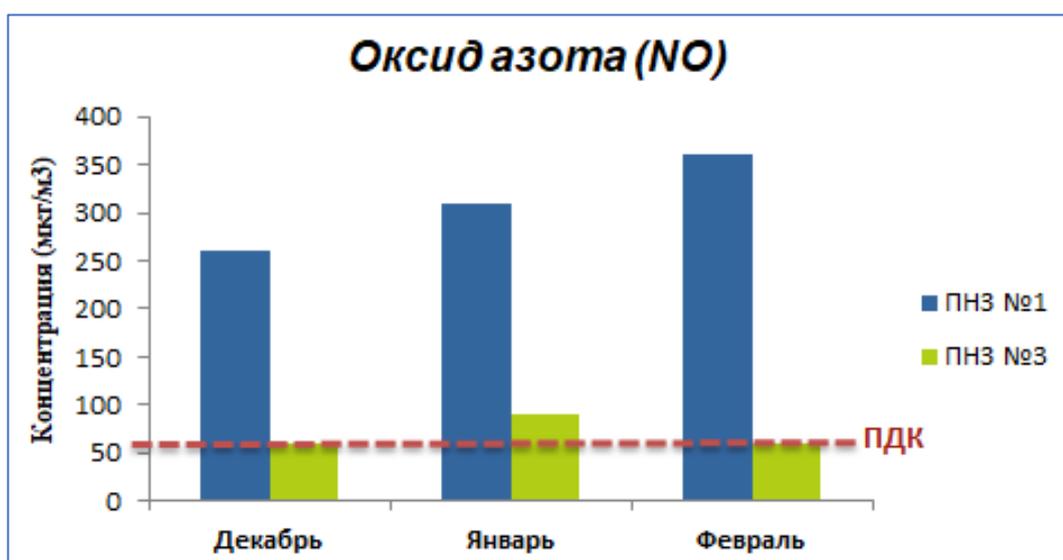


График 10. Среднемесячная концентрация оксида азота(NO) в г. Бишкек за зимний период (ПНЗ Кыргызгидромета)

Аммиак (NH_3) (Граф.11), измеряется на двух ПНЗ №2 и №6. За зимний период среднемесячная концентрация не превышала среднесуточных ПДК КР. Только в феврале на ПНЗ №2 среднемесячная концентрация достигла среднесуточную ПДК = 40 мкг/м^3 .

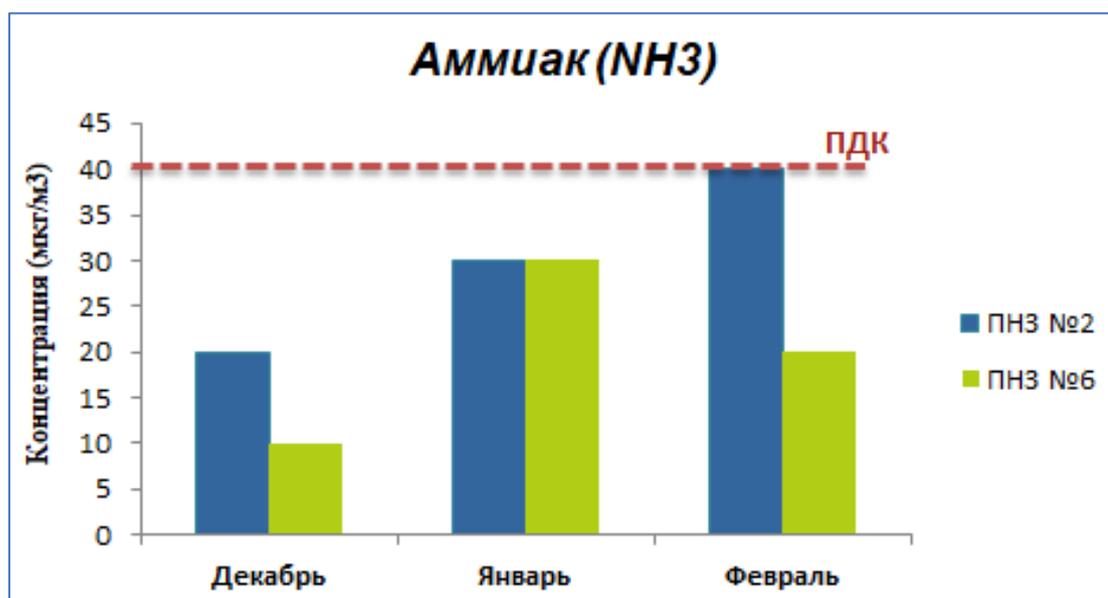


График 11. Среднемесячная концентрация аммиака (NH_3) в г. Бишкек за зимний период (ПНЗ Кыргызгидромета)

Формальдегид (НСОН) (Граф.12) измеряется на ПНЗ №1 и №4. Среднемесячные данные за зиму показали превышение среднесуточных ПДК КР на ПНЗ №1 в 2,6, 4 и 5 раз, за декабрь, январь и февраль, соответственно. Максимальное превышение зафиксировано в феврале с превышением почти в 5 раз.

Данные с ПНЗ №4 также отличились максимальными показателями в феврале, превышающими среднесуточные ПДК в 2,3 раза. В январе концентрация была превышена в 2 раза, а среднемесячная концентрация декабря достигла среднесуточную ПДК = 3 мкг/м^3 .

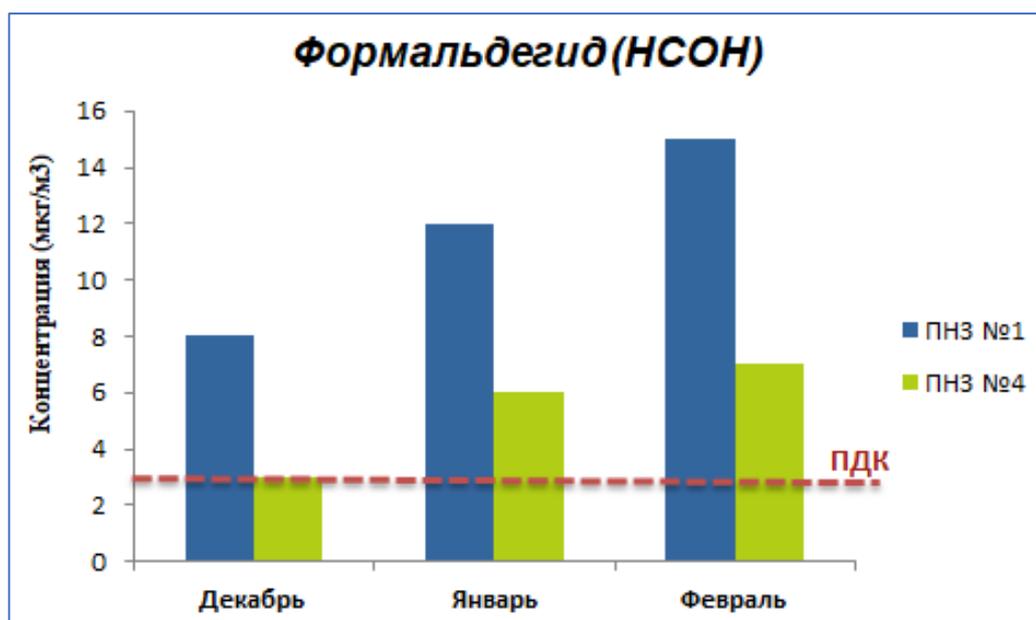


График 12. Среднемесячная концентрация формальдегида (НСОН) в г. Бишкек за зимний период (ПНЗ Кыргызгидромета)

Так как среднемесячные концентрации диоксида азота (NO_2), оксида азота (NO) и формальдегида (НСОН) превышали среднесуточные ПДК на ПНЗ №1, можно предположить, что основным источником, увеличивающим концентрацию этих веществ в атмосферном воздухе в районе ПНЗ №1, является автотранспорт, так как пост находится в центральной части города на пересечении улиц Манаса / Московской.

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

Анализ данных за зимний период на станции посольства США (Граф.13) показал, что в декабре и январе концентрация PM_{2.5} была выше национальных нормативов КР (35 мкг/м³), кроме 1 дня в январе. Здесь стоит отметить, что 3 дня в декабре и 1 день в январе станция не показывала данных.

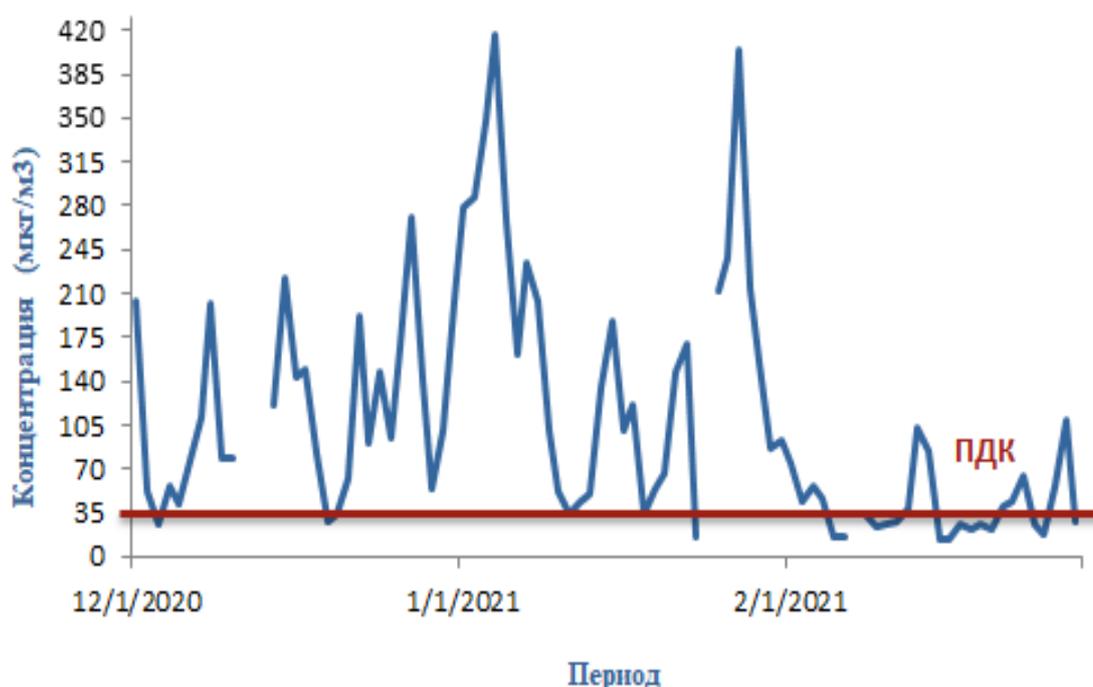


График 13. Среднесуточная концентрация PM_{2.5} в г. Бишкек за зимний период (2020-2021) (датчик посольства США)

Из графика 13 видно, что среднесуточная концентрация PM_{2.5} превышала нормативы весь декабрь и январь и только в феврале качество воздуха стало улучшаться. Превышение среднесуточных ПДК КР в декабре варьировалось от 1.2 до 8 раз и в январе от 1.2 до 12 раз. В феврале максимальное превышение ПДК составило до 2 раз и 4 дня станция не показывала данных из-за технических неполадок.

Данные станции посольства США также, как и датчики “МувГрин” и станция Кыргызгидромета показали значительное ухудшение качества воздуха в зимний период, что говорит о дополнительных источниках загрязнения воздуха (например: отопление частных домов) и метеорологических условий.

Общее количество дней, которые превысили национальные нормативы КР (салатовые колонки) в декабре, в январе и феврале составило 25, 27 и 12 соответственно (Граф.14).

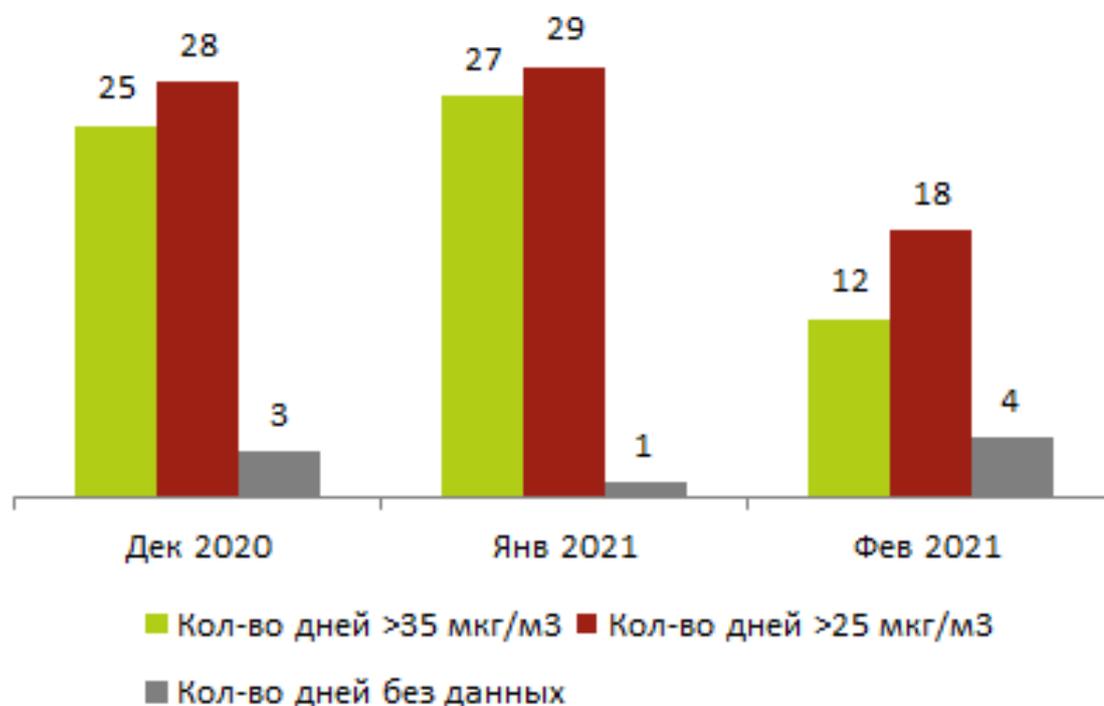


График 14. Количество дней с концентрациями PM_{2.5}, превышающими среднесуточные нормативы (КР и ВОЗ) в атмосферном воздухе за зимний период (датчик посольства США)

Для сравнения с рекомендациями ВОЗ, по которым концентрация PM_{2.5} не должна превышать 25 мкг/м³, количество дней с превышением нормативов ВОЗ (бордовые колонки), составило 28, 29 и 18 дней в декабре, январе и феврале, соответственно, т.е. почти весь декабрь и январь, а также большую часть февраля население, проживающее в районе посольства США в г. Бишкек, дышало неблагоприятным для здоровья атмосферным воздухом.

На графике 15 показана разница концентраций PM_{2.5} в зависимости от времени суток на территории Посольства США за зимний период. На этом графике можно отчетливо увидеть, повышение концентраций PM_{2.5} с 12:00 дня до 19:00 и с постепенным понижением с 20:00 до 12 :00 ночи, что отличается от данных датчиков “МувГрин” и станции Кыргызгидромета, где концентрации в вечернее время увеличивались с 18:00.

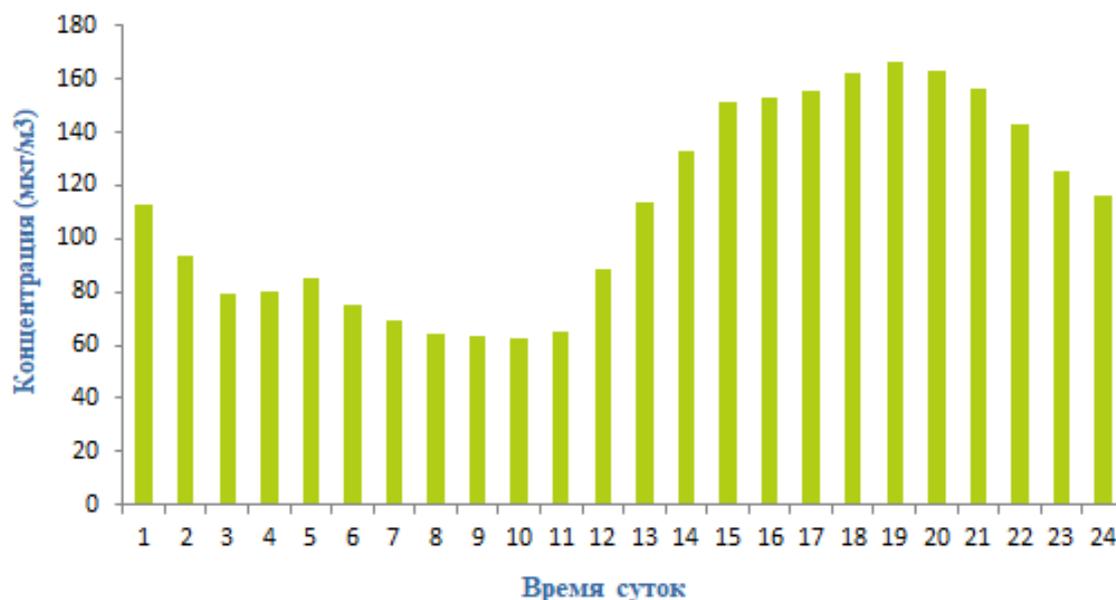


График 15. Суточный ход усредненных часовых концентрации $PM_{2.5}$ за зимний период (декабрь 2020 г.- февраль 2021г.) по данным станции посольства США

Увеличение концентраций в вечернее время, совпадает по времени, когда население возвращается с работы домой используя транспорт и сжигает твердые виды топлива для обогрева своих домов. Однако, данные станции посольства США были высокими и в дневное время, что возможно связано с месторасположением станции и дополнительными источниками или факторами.

Как видно из графика 15 наилучшее качество воздуха было утром с 8:00 до 11:00, т.е. воздух в утреннее время имел наименьшую концентрацию $PM_{2.5}$. Также наблюдается небольшое увеличение концентрации в 5:00 утра. Концентрации в зависимости от времени колебались от 63 до 165 $мкг/м^3$.

Как видно из рисунка 9 к возможным источникам, увеличивающим концентрацию $PM_{2.5}$ на станции посольства США в дневное и вечернее время, относятся автомагистраль (ул. А. Масалиева), а также частный сектор, который находится на рисунке слева (снизу), в дополнении воздушный поток из других источников может быть дополнительным фактором.

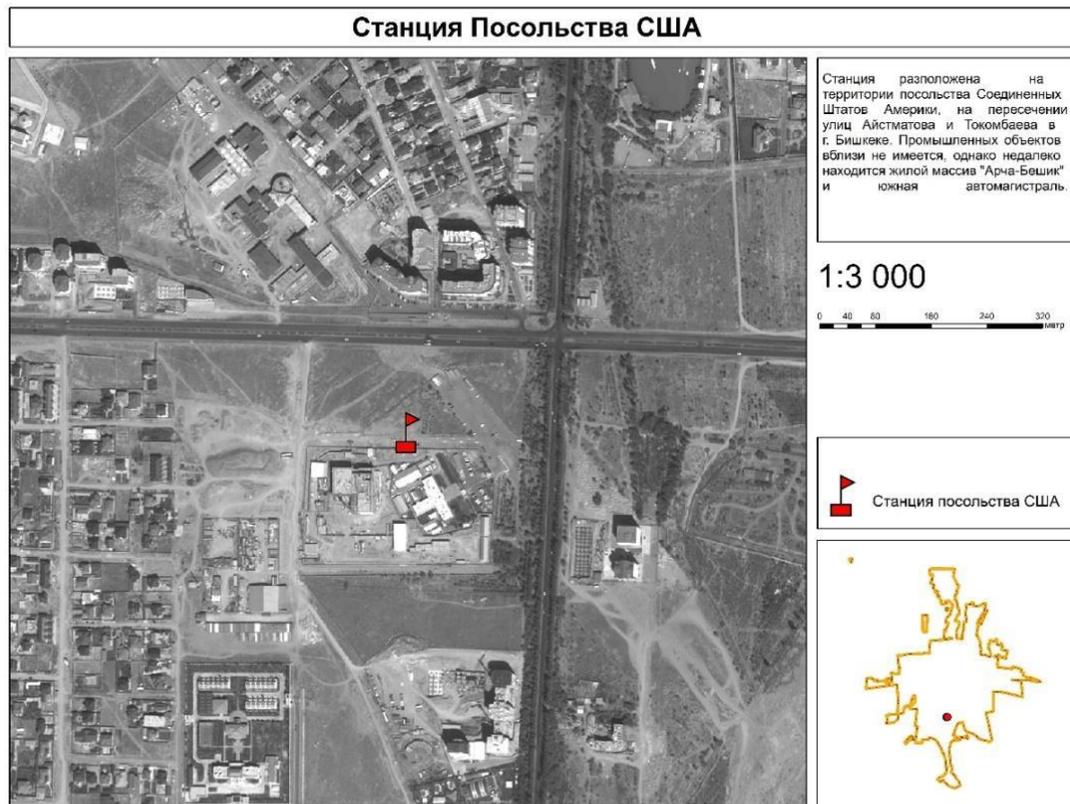


Рисунок 9. Месторасположение датчика посольства США и близлежащей территории, снимок со спутника (Google map)

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

В данном отчете были собраны данные по ежедневным концентрациям мелкодисперсных твердых частиц (PM_{2.5}) и среднемесячных концентраций вредных газов за зимний период (декабрь 2020 – февраль 2021) с четырех сертифицированных мониторинговых устройствах по PM_{2.5} в г. Бишкек (Таб.5) и семи ПНЗ Кыргызгидромета (Таб.4).

Анализ среднесуточных концентраций PM_{2.5} по четырем мониторинговым станциям за три месяца показал, что качество воздуха в г. Бишкек зимой было неудовлетворительным.

Почти весь декабрь и январь, а также половина февраля концентрации PM_{2.5} превышали допустимые нормы в атмосферном воздухе в КР от 1.1 до 12 раз, на всех анализируемых мониторинговых устройствах. Наиболее загрязненным месяцем зимой был декабрь, а месяц с наименьшими концентрациями PM_{2.5} – февраль (Таб.5).

Таблица 5. Общее количество дней с полученными данными и количество дней превышающих ПДК КР¹⁹ за зимний период (декабрь 2020 – февраль 2021)

Месяц	Мониторинговые станции по PM _{2.5}											
	ул.Бейшеналиевой			ул.Московская			Кыргызгидромет			Посольство США		
	Всего дней	>ПДК	%	Всего дней	>ПДК	%	Всего дней	>ПДК	%	Всего дней	>ПДК	%
Декабрь	28	28	100	31	31	100	31	30	97	28	25	89
Январь	31	31	100	28	27	96	31	26	84	30	27	90
Февраль	10	9	90	20	15	75	28	13	46	27	12	44
Всего дней	69	68	98	79	73	92	90	69	77	85	64	75

Из вышесказанного можно сделать вывод, качество воздуха зимой 2020-21 было опасным для здоровья населения столицы. Загрязнение воздуха зимой связано с дополнительными источниками, как например, отопление частных домов и ТЭЦ некачественным твердым видом топлива, а также метеорологическими условиями (штиль, слабый ветер, ветер неблагоприятного направления, туман, температурная инверсия). Еще одним фактором, увеличивающим концентрации PM_{2.5} в центральной части города является автотранспорт и застройки, которые приводят к плохой продуваемости территории.

В таблице 6 указаны четыре максимальные концентрации PM_{2.5} за 24 часа со всех мониторинговых станций. Все максимальные значения на каждой станции пришлось на декабрь и январь. Самые высокие данные показали датчики на улицах Бейшеналиевой, Московской и станция посольства США, хотя и на остальных максимальные суточные концентрации превышали национальные нормативы КР.

¹⁹ Среднесуточные нормативы КР для PM_{2.5} в атмосферном воздухе = 35 мкг/м³

Максимальные концентрации превышали ПДК КР от 8 до 12 раз. Если мы применим индекс качества воздуха (Таб.2) то цвета наглядно показывают, что в некоторые дни декабря и января, население, проживающее в районах с установленными мониторинговыми устройствами, дышало **«опасным»** воздухом.

Таблица 6. Четыре максимальных среднесуточных концентраций $PM_{2.5}$ ($мкг/м^3$) за зимний период²⁰

Станция	День 1 (макс)	День 2	День 3	День 4 (мин)
ул.Бейшеналиевой	28.01.2021	27.01.2021	26.01.2021	15.01.2021
	407	400	339	323
ул.Московская	26.01.2021	27.01.2021	03.01.2021	28.01.2021
	404	388	361	338
Кыргызгидромет	14.12.2020	13.12.2020	15.12.2020	29.01.2021
	347	308	278	274
Посольство США	04.01.2021	03.01.2021	02.01.2021	01.01.2021
	416	347	287	279

Таблица 7, показывает состояние качества воздуха на каждой станции за три месяца зимы с применением AQI Агентство по охране окружающей среды США (EPA). Например, в районе мониторинговой станции Кыргызгидромета только два дня были “хорошими”, т.е. загрязнение было незначительным, а воздух считается удовлетворительным. Из таблицы 7 можно заметить, что большая часть дней относилась к «нездоровым» и «очень нездоровым» дням на всех мониторинговых станциях. А также каждая станция показала и “опасные” дни, большая часть из которых была в центральной части столицы.

Таблица 7. Количество дней в зависимости от индекса качества воздуха на всех станциях за зимний период (2020-21)

Станция	«Хорошие» дни	«Средние» дни	«Нездоровые» для чувств. Людей дни	«Нездоровые» дни	«Очень нездоровые» дни	«Опасные» дни	Дни без данных
ул.Бейшеналиевой	0	1	4	30	16	18	21
ул.Московская	0	8	12	25	18	15	11
Кыргызгидромет	2	19	14	38	12	5	0
Посольство США	0	20	15	28	15	7	5

Стоит отметить, что в конце 2012 года EPA изменил верхний предел концентраций первых трех индексов²¹, например, если для “хороший воздух” среднесуточная концентрация с 1999 года была в пределах от 0 до $15 мкг/м^3$ (AQI=50), то на данный момент от 0 до $12 мкг/м^3$ (AQI=50), т.е. стандарты по загрязнению воздуха твердыми частицами были ужесточены с целью улучшения охраны здоровья населения страны.

²⁰ Среднесуточные нормативы КР для $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе = $35 мкг/м^3$

²¹ 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

График 16 показывает среднюю концентрацию $PM_{2.5}$ за декабрь, январь и февраль с данных мониторинговых устройств.

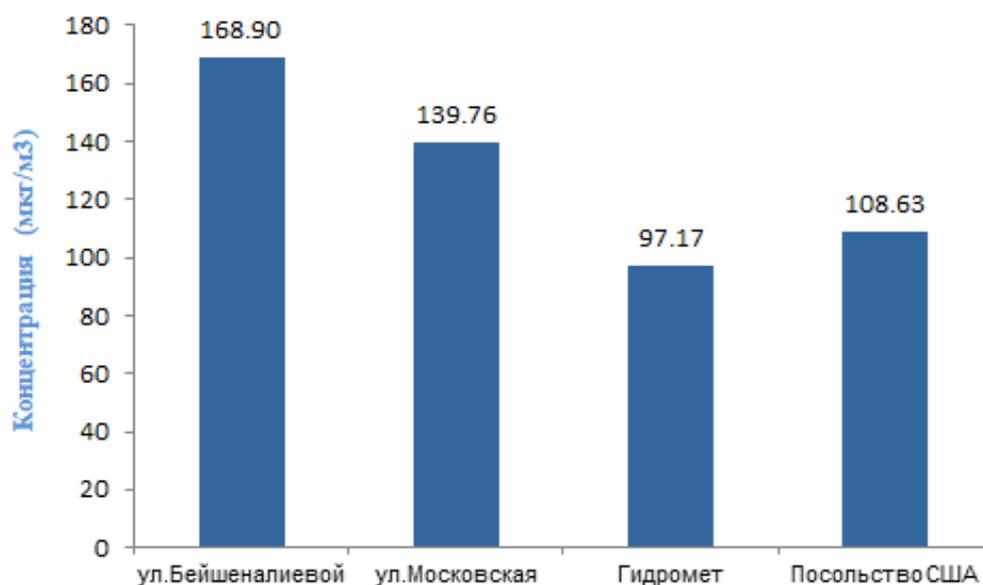


График 16. Средняя концентрация $PM_{2.5}$ за зимний период на всех мониторинговых станциях в г. Бишкек

Самые высокие средние концентрации $PM_{2.5}$ за три месяца зимы были выявлены на улицах Московской и Бейшеналиевой, 140 мкг/м^3 и 169 мкг/м^3 , соответственно (Граф.16). Что, скорее всего, связано с месторасположением станций (центр города), где имеются множество автомагистралей, местный рынок с постоянными пробками и плохая продуваемость из-за застроенной территории.

Самая низкая среднесуточная концентрация за три месяца выявлена на станции Кыргызгидромета - 97 мкг/м^3 , возможно, это связано с большей продуваемостью местности. Так как станция окружена частным сектором можно предположить, что использование твердого вида топлива местным населением является одним из факторов ухудшающим качество воздуха в районе станции Кыргызгидромета.

На станции посольства США средняя концентрация за три месяца составила 109 мкг/м^3 , что также показывает высокую концентрацию, которая увеличилась из-за среднесуточных концентраций в декабре и январе. Причинами могут служить те же источники что и на других станциях, т.к. станция посольства США находится недалеко от частного сектора и автомагистрали, также не исключены другие источники и причины.

В таблице 8 красным цветом отмечены загрязнители, которые превысили среднесуточные ПДК в зависимости от месяца и ПНЗ. Например, среднемесячные концентрации SO_2 превысили среднесуточные ПДК КР в декабре и январе на ПНЗ№2.

Таблица 8. Загрязнители воздуха, определяемые в семи ПНЗ в г. Бишкек и месяца с превышением среднесуточных ПДК КР для всех загрязнителей в зависимости от ПНЗ

	ПНЗ№1			ПНЗ№2			ПНЗ№3			ПНЗ№4		
	Дек	Янв	Фев									
SO ₂	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NO ₂	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NO	+	+	+				+	+	+			
NH ₃				+	+	+						
НСОН	+	+	+							+	+	+

	ПНЗ№5			ПНЗ№6			ПНЗ№7		
	Дек	Янв	Фев	Дек	Янв	Фев	Дек	Янв	Фев
SO ₂	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NO ₂	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NO									
NH ₃				+	+	+			
НСОН									

Анализ среднемесячных концентраций вредных газов из семи ПНЗ Кыргызгидромета показал, превышение среднесуточных ПДК NO₂ от 1.3 до 3.5 раз в зависимости от месяца и месторасположения поста. Наиболее отличился ПНЗ№1 (находящийся в центральной части города, около загруженной дороги), т.к. три (NO₂, NO, НСОН) из четырех загрязнителей, определяемых этим постом, превысили среднесуточные ПДК.

Среднемесячные концентрации SO₂ почти не превышали среднесуточные ПДК КР на семи постах, за исключением ПНЗ№2 (находящийся в частном секторе) в декабре и январе.

NH₃ не превышал среднесуточные ПДК за зимний период на обоих постах (№2 и №6). НСОН превысил ПДК в 2 и 2.3 раз за январь и февраль, соответственно на ПНЗ№4 (находящийся около загруженной дороги на пересечении улиц Жибек Жолу и Ибраимова).

Факторами, увеличивающими концентрации вредных газов в атмосферном воздухе в г. Бишкек зимой могут быть выбросы от частного сектора, ТЭЦ, автомобилей, метеоусловия и другие.

КРАТКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Качество воздуха по мелкодисперсным твердым частицам ($PM_{2.5}$) в г. Бишкек как показали мониторинговые устройства ОО “МувГрин”, Кыргызгидромета и Посольства США зимой 2020-21 было неудовлетворительным, т.е. большая часть (от 75 до 98% дней) превышала суточные нормативы КР (35 мкг/м^3).
2. Самые высокие среднесуточные концентрации $PM_{2.5}$ на всех станциях были обнаружены в декабре и январе, они превышали ПДК от 8 до 12 раз.
3. Декабрь был самым загрязненным месяцем по концентрациям $PM_{2.5}$ на всех мониторинговых устройствах, так как почти все дни (за исключением 1-3 дней, в зависимости от станции) превышали ПДК КР от 1.2 до 10 раз.
4. Почти весь декабрь и январь, а также половина февраля жители столицы дышали небезопасным для здоровья воздухом.
5. Повышение концентраций $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе отмечались в вечернее время начиная с 18:00 на всех мониторинговых станциях, кроме станции посольства США, где показатели начали повышаться с 12:00 дня.
6. Самые низкие концентрации на станции Посольства США отмечались в утреннее время с 8:00 до 11:00.
7. Самые низкие концентрации на станциях Кыргызгидромета и ОО “МувГрин” отмечались рано утром с 6:00 до 8:00 и с 5:00 до 7:00, соответственно, а также в дневное время с 15:00 до 17:00 и с 14:00 до 16:00, соответственно.
8. Самые высокие средние концентрации $PM_{2.5}$ за три месяца зафиксированы в центральной части города и самые низкие средние концентрации $PM_{2.5}$ отмечались в районе станции Кыргызгидромета.
9. Среднемесячные концентрации диоксида азота (NO_2) превышали среднесуточные ПДК КР (от 1.3 до 3.5 раз) весь зимний период на всех семи ПНЗ.
10. Среднемесячные концентрации диоксида азота (NO_2), оксида азота (NO), и формальдегида ($HCHO$) на ПНЗ №1(центральная часть города: Манаса / Московской) превышали среднесуточные ПДК КР от 2.3 до 3.5, от 4.3 до 6 и от 2.6 до 5 раз, соответственно.

Концентрации $PM_{2.5}$ на четырех станциях зависели от месторасположения, времени суток, и метеорологических условий. Повышенные концентрации $PM_{2.5}$ отмечались на всех станциях в зимний период особенно в декабре и январе. Среднемесячные концентрации вредных газов на семи ПНЗ зависели от месторасположения и метеорологических условий.

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;
- использовать более экологичные виды топлива такие как сжатый природный и сжиженный нефтяной газы, а также другие альтернативные виды (например, биоэтанол) в качестве топлива, а также снижение налогов и платежей за его реализацию;
- вводить санкции в отношении реализаторов некачественного вида топлива²²;
- 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;
- запустить школьные автобусы, чтобы разгрузить центр города от скопления личных автомобилей и пробок в часы пик (исследование ОО “МувГрин” потребности и готовности родителей оплачивать школьный автобус для своего ребенка был презентован представителям мэрии в ноябре 2020 года) ;
- ввести экологический контроль технического состояния автомобилей при помощи введения экологического сертификата единого образца;
- заложить строительство велодорожек, соединяющих рабочий центр и спальные районы Бишкека в 2021 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.

²² 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.

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”, 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;
- 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;
- 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.

