



ЦЕНТР ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И
АНАЛИЗА

КАЗАХСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ



Проведение пространственно- временного анализа данных по качеству воздуха

Айымгуль Керимрай, PhD
Лаборатория «Экология биосферы»

**Общественные слушания на тему: «Экологическая информация как основа для улучшения
состояния атмосферного воздуха города Алматы»**

25 августа 2021 года

г. Алматы

Содержание

- Исследования Лаборатории экологии Биосферы КазНУ
 - Пространственно-временной анализ данных
airkaz.org
 - Что не так с методикой инвентаризации выбросов?
- Проект Всемирного Банка

О научной исследовательской группе

Проведенные исследования

- Оценка пространственных и временных изменений загрязнения воздуха
- Оценка смертности, заболеваемости и экономического ущерба из-за загрязнения воздуха
- Оценка влияния карантина COVID-19 на качество воздуха в городах Казахстана
- Методики мониторинга ЛОС

Планы

- Определение вклада источников загрязнения воздуха методом химического анализа
- Определение высоты пограничного слоя и его влияния на загрязнение воздуха
- Создания моделей для принятия решений в области управления качеством воздуха

<https://cfhma.kz/ecobio/>

Contents lists available at ScienceDirect
Science of the Total Environment
journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Assessing air quality changes in large cities during COVID-19 lockdowns: The impacts of traffic-free urban conditions in Almaty, Kazakhstan

Aiyngul Kerimray^a, Nassiba Baimatova^{a,*}, Olga P. Ibragimova^a, Bauyrzhan Bukenov^a, Bulat Kenessov^a, Pavel Plotitsyn^b, Ferhat Karaca^{c,d}

^a Center of Physical Chemical Methods of Research and Analysis, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
^b Apkaz.org, Almaty, Kazakhstan
^c Department of Civil and Environmental Engineering, Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan
^d The Environment & Resource Efficiency Cluster, Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan

HIGHLIGHTS

- PM_{2.5} concentration reduced by 21% with spatial variations of 6–34% compared to the average of the same days in 2018–2019
- CO and NO₂ concentrations reduced by 49% and 35%, respectively
- O₃ concentrations increased by 15% compared to the preceding 17 days before the lockdown

GRAPHICAL ABSTRACT

aaqr.org/articles/aaqr-19-09-0a-0464

Aerosol and Air Quality Research ABOUT ARTICLE AUTHOR REVIEWER SUBMIT CONTACT Impact Factor 2.735

Spatiotemporal Variations and Contributing Factors of Air Pollutants in Almaty, Kazakhstan

2020 - Volume 20 Volume 20, Issue 6, June 2020 24 April 2020 Reach: 617

Urban Air Quality

Aiyngul Kerimray^a, Eldar Azbanbayev^b, Bulat Kenessov^c, Pavel Plotitsyn^d, Danara Alimbayeva^a, Ferhat Karaca^{b,d}

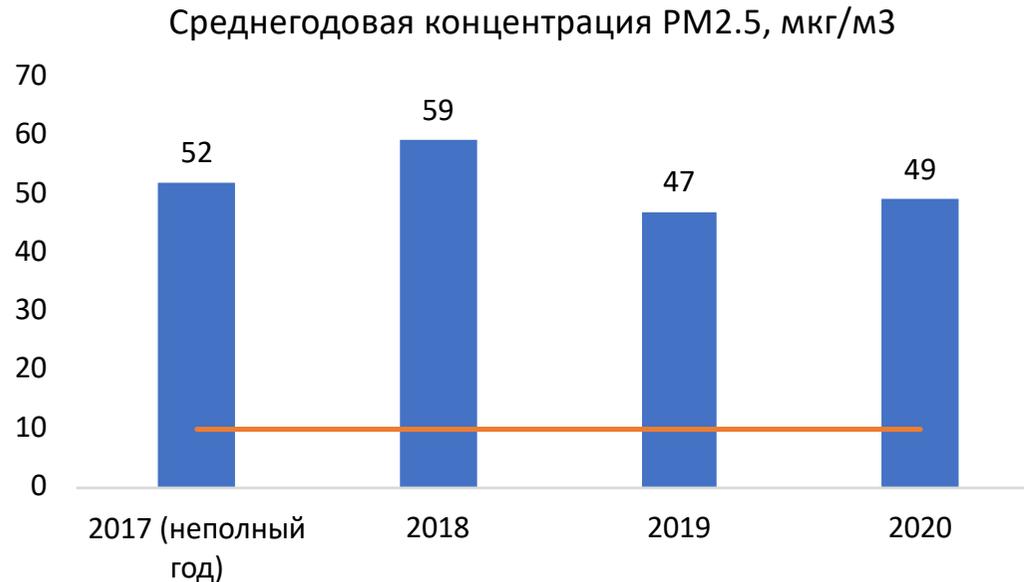
+ Show author affiliations

Received: September 18, 2019
Revised: February 4, 2020
Accepted: February 10, 2020

© Copyright The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License

Aerosol and Air Quality Research

Анализ данных Airkaz.org 2017-2021. Среднегодовые значения



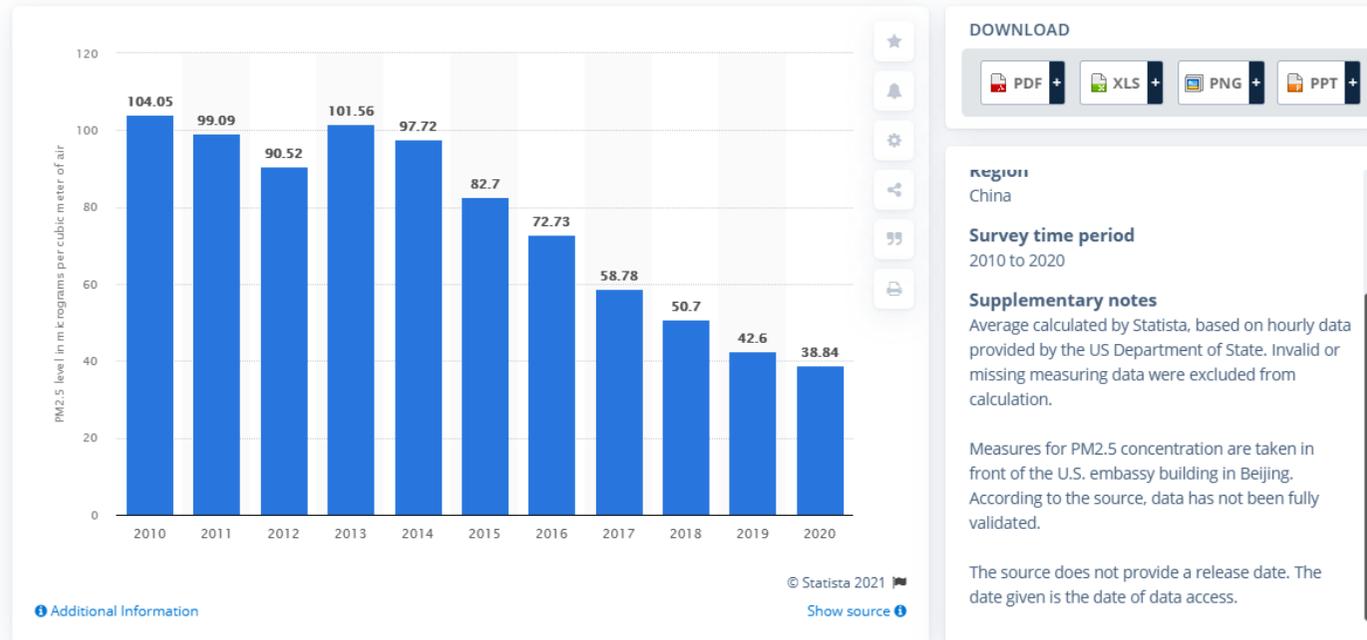
- Среднегодовая концентрация PM_{2.5} сократилась, с 59 мкг/м³ в 2018 до 49 мкг/м³ в 2020 году
- Превышение годовой нормы ВОЗ в 4,7-5,9 раза
- В 2020 году превышение годовой нормы ВОЗ в 4,9 раз, несмотря на карантинные меры

Сравнение с Пекином

Society › Geography & Nature

Average annual PM2.5 air pollution levels in Beijing, China between 2010 and 2020

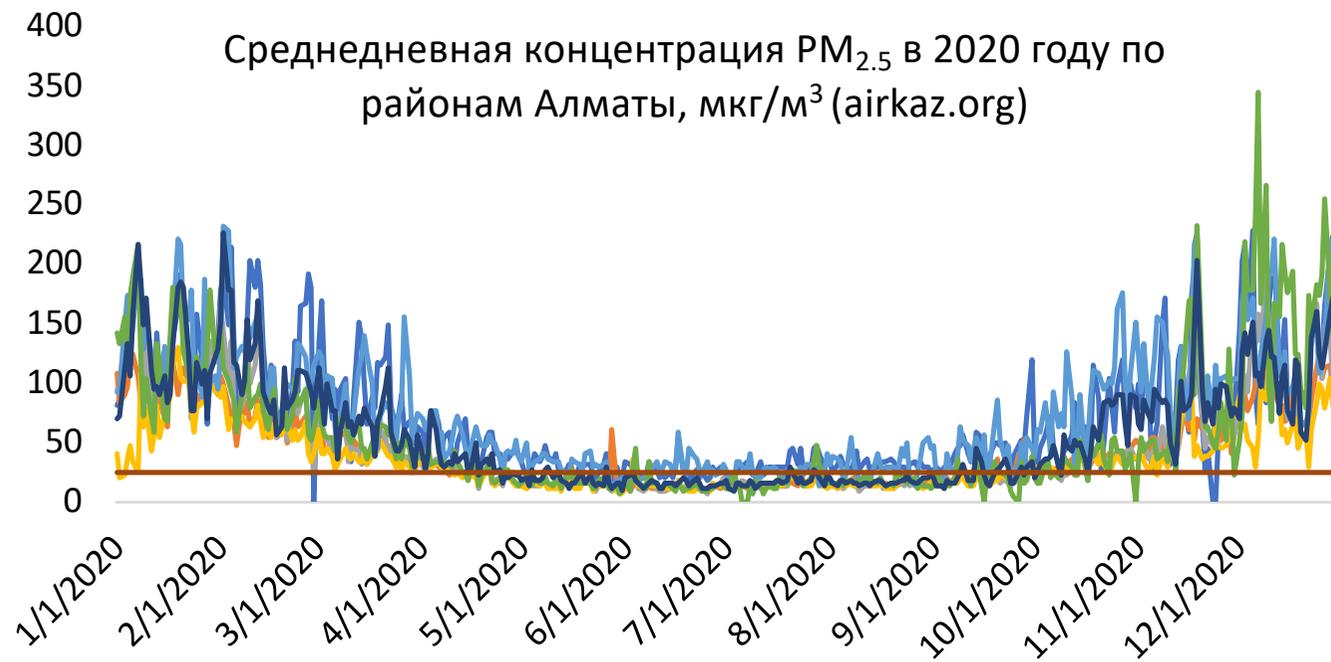
(in micrograms per cubic meter of air)



- Среднегодовая концентрация PM2.5 в Пекине сократилась в 2,7 раз за 10 лет
- В 2020 году воздух в Пекине был чище, чем в Алматы
- Население Пекина в 10 раз больше, чем население Алматы

• [China: annual PM2.5 levels Beijing 2020 | Statista](#)

Различия по времени и месту



- Турскибский
- Медеуский
- Талгарский
- Бостандыкский
- Алатауский
- Норма ВОЗ
- Алмалинский
- Енбекшиказахский

- Существенные различия по районам Алматы
- Существенные различия по дням, месяцам, сезонам

Различия по районам Алматы

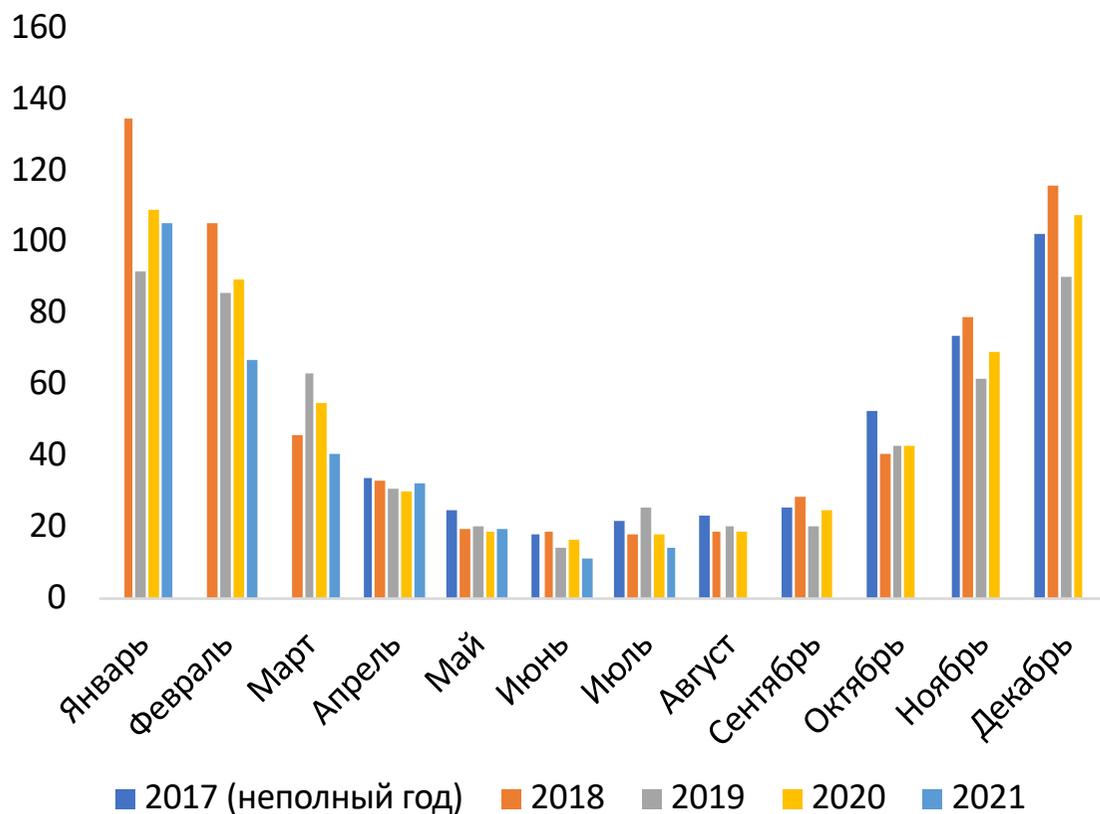


Районы Алматы по уровню загрязненности:

- **Алатауский район (превышение нормы ВОЗ в 7,4-9,8 раза)**
- **Турксибский район (6,7-6,9 раза)**
- Талгарский район (5,6-7,2 раза)
- Енбекшиказахский район (4,3-5,6 раз)
- Алмалинский район (4,3-5,6 раза)
- Бостандыкский район (4,1-4,7 раза)
- Медеуский район (3,2-3,5 раза)

Различия по месяцам

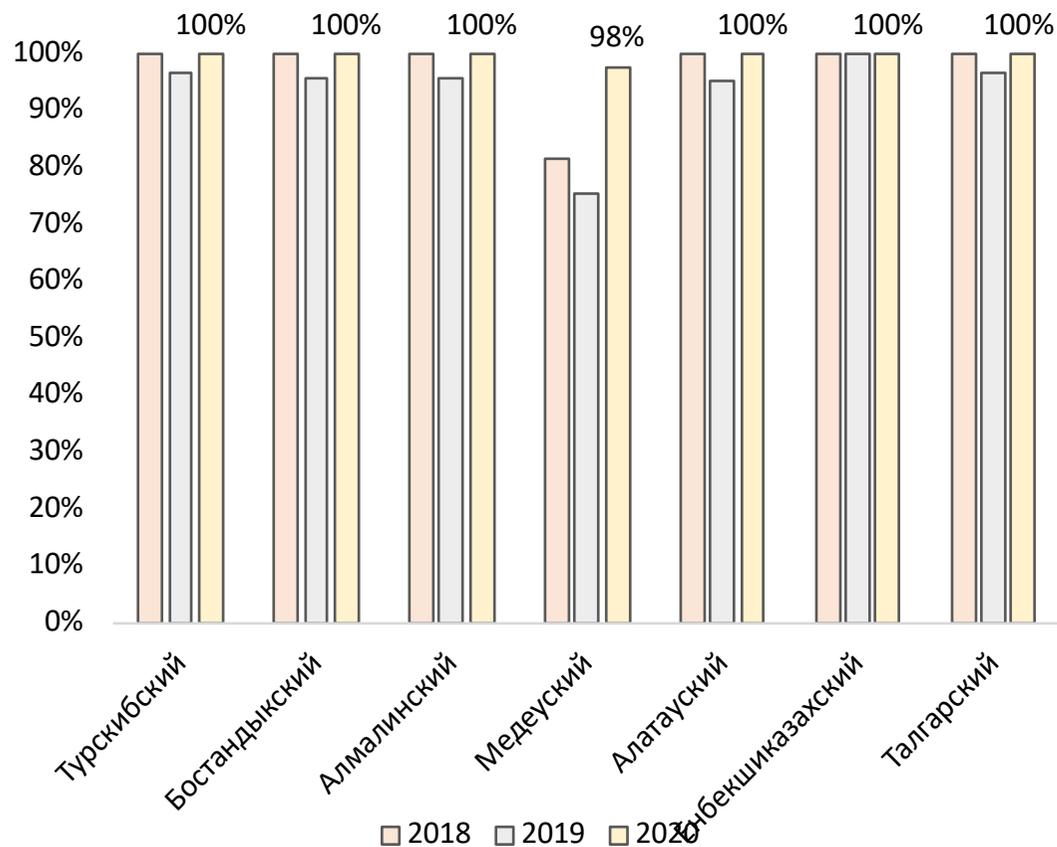
Среднемесячная концентрация PM2.5 по годам по месяцам, мкг/м³



- Средняя концентрация в декабре превышает значение в июне в 6-7 раз
- **В зимние месяцы среднемесячная концентрация варьируется от 86-134 мкг/м³**
- **В летние месяцы 16-23 мкг/м³**
- Весной 19-64 мкг/м³
- Осенью 23-79 мкг/м³

Сколько дней чистый воздух зимой?

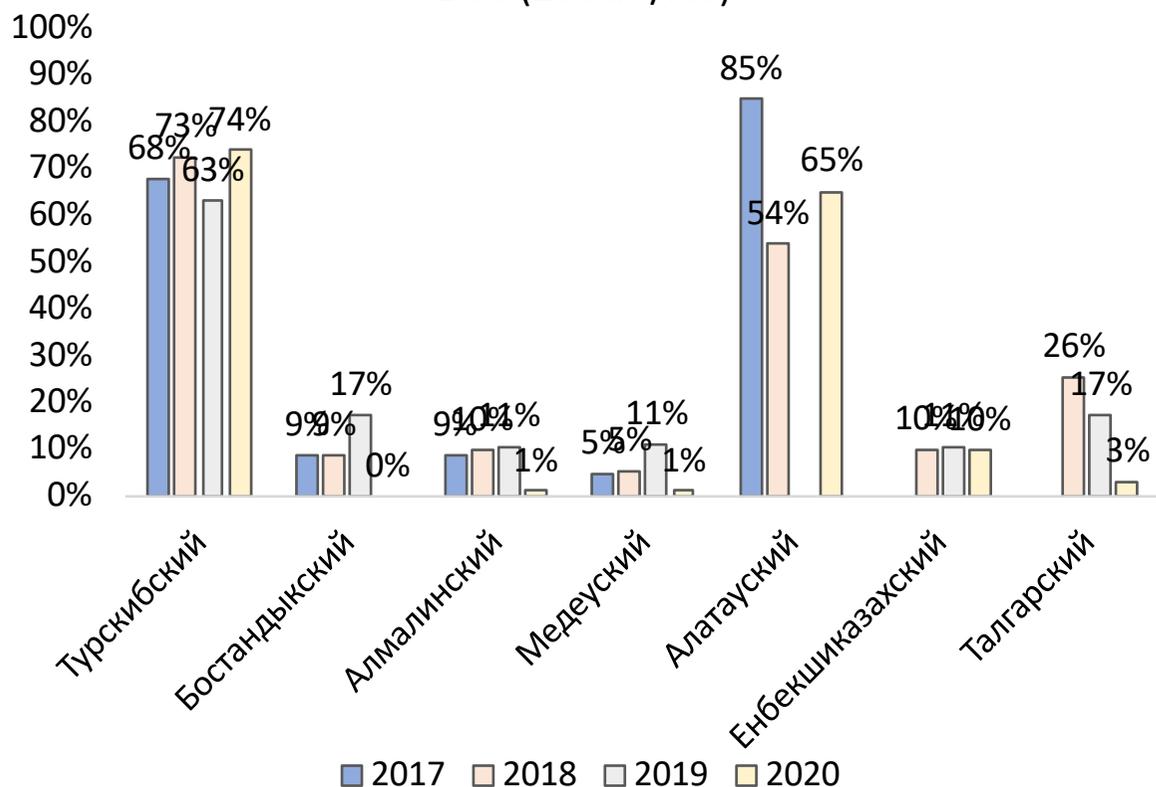
Доля дней в зимние месяцы, в которой
среднедневная концентрация превышала норму
ВОЗ (25 мкг/м³)



В зимнее время почти нет чистых дней во всех районах (кроме нескольких дней в Медеуском районе)

Сколько дней чистый воздух летом?

Доля дней в летние месяцы, в которой
среднедневная концентрация превышала норму
ВОЗ (25 мкг/м³)

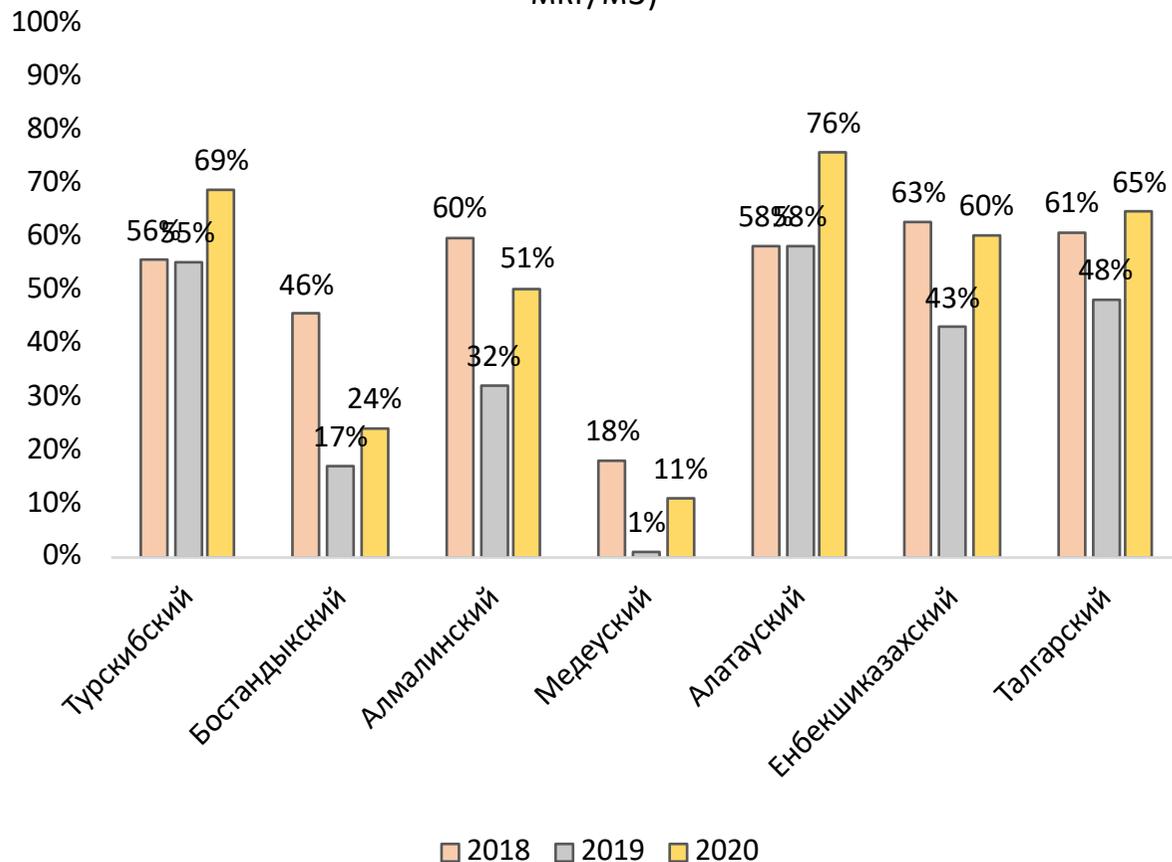


В летнее время
Турксибский и Алатауские
районы остаются грязными
(54-85% дней грязные)

В других районах в летнее
время большая часть дней
«чистая»

Сколько дней зимой 4-кратное превышение нормы ВОЗ?

Доля дней в зимние месяцы, в которой среднедневная концентрация превышала норму ВОЗ в 4 раза (100 мкг/м³)



В зимнее время в большую часть дней (более 50% дней) в большинстве районов превышение нормы ВОЗ в 4 раза

- Кроме двух районов Алматы: Медеуский и Бостандыкский

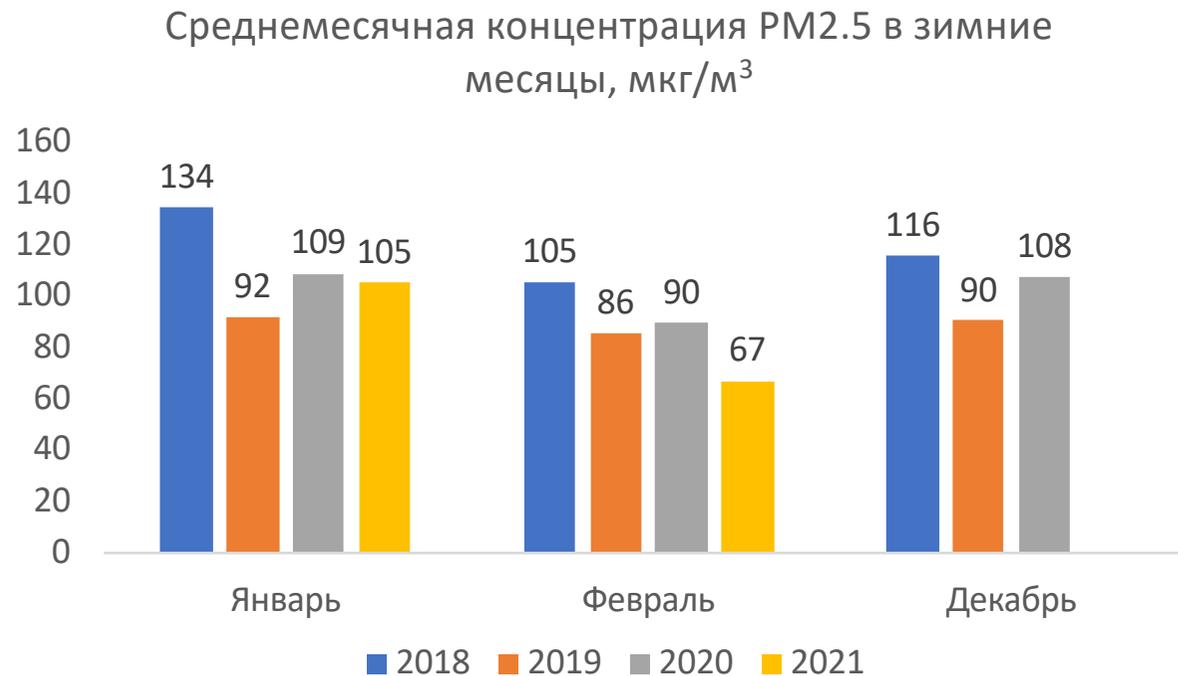
Енбекшиказахский и Талгарские районы – в летнее время «чистые», в зимнее время сильно «загрязнены»

- Роль отопления ярко выражено для этих районов

Алатауский и Турскибские районы-загрязнены зимой и летом

- Роль ТЭЦ и транспорта

Стали ли зимы чище?

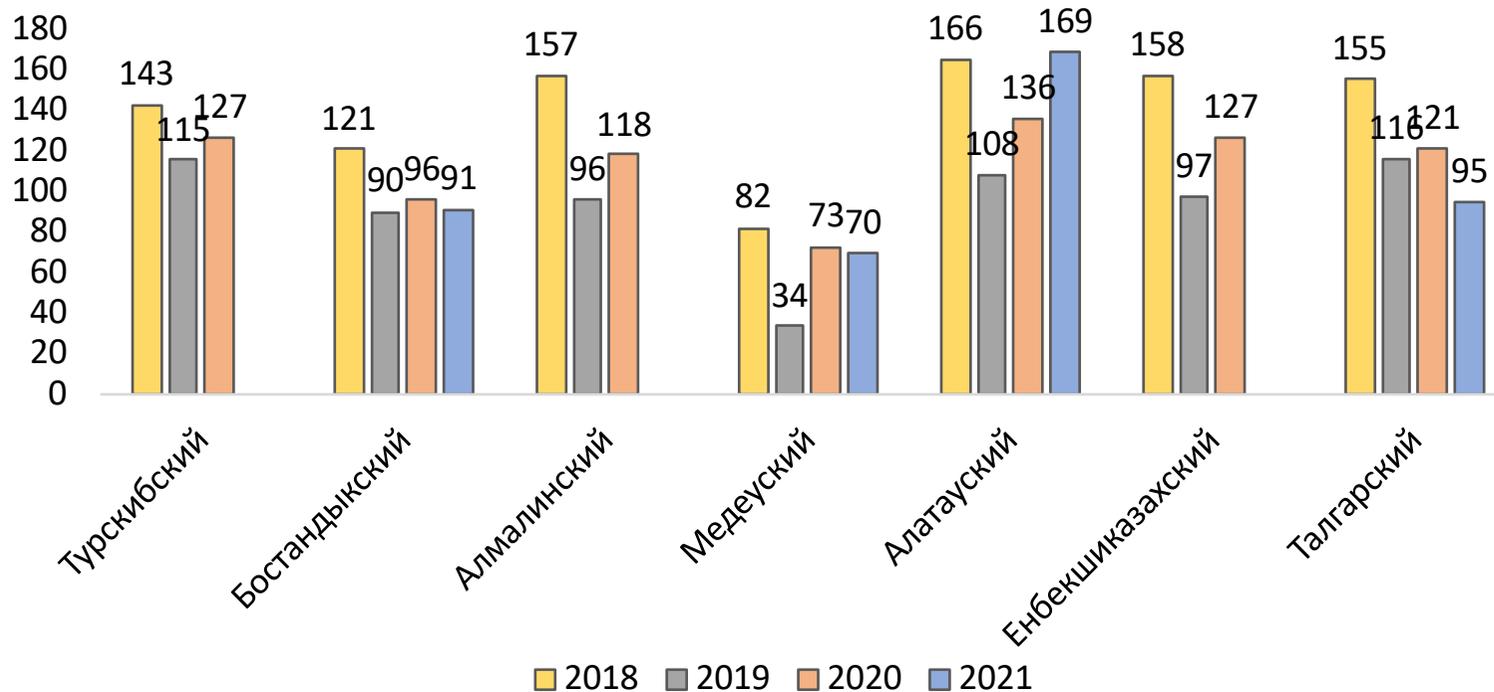


В 2019 году небольшое сокращение концентрации по отношению к 2018 (в среднем по всем районам)

Но в 2020 и 2021 годах сокращения концентрации PM2.5 не наблюдается

Стали ли зимы чище?

Среднемесячная концентрация PM2.5 в январе по годам по районам Алматы



- В 2020 году январь грязнее, чем в 2019-ом

Тренды качества воздуха летом

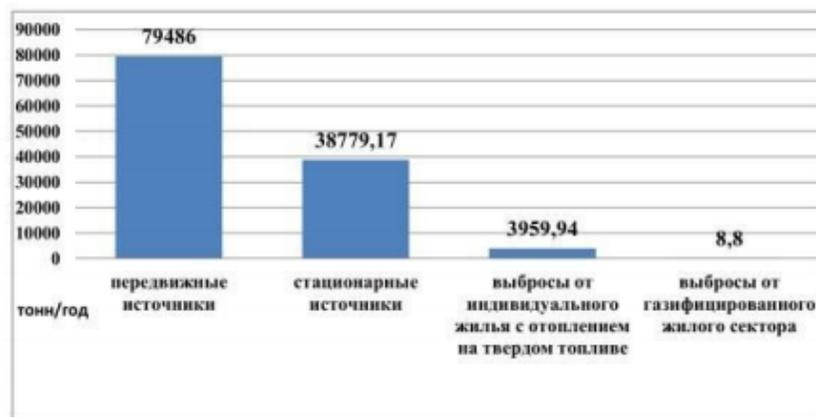


В 2021 году улучшение качества воздуха летом

Рекомендации по анализу данных и инвентаризации выбросов загрязняющих веществ

Что не так с официальными данными? (Отчет Экосервиса)

В 2016 году структура вклада источников загрязнения атмосферного воздуха выглядела следующим образом (рисунок 5.6.3.1).



- Методология расчетов непрозрачная, невозможно воспроизвести расчеты
- Суммирование загрязняющих веществ с разной степенью риска **методологически неверно**
- **Для каждого загрязняющего вещества вклад источников должен быть представлен по отдельности**

Что не так с отчетом Экосервиса? (Исследование по заказу Акимату)
Нет качественной аналитики, непрозрачная методика расчетов

Таблица 5.2.2.1.4 - Результаты наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в точках воздействия промышленных предприятий, частного сектора и фоновых районах (август 2017 г.) и сравнение их с ПДК м.р.

	Наименование точки отбора	Время наблюдения	Загрязняющие вещества, мг/м ³											
			Азота оксид			Азота диоксид			Серы диоксид			Оксид углерода		
			С	ПДК м.р.	С/ПДК м.р.	С	ПДК м.р.	С/ПДК м.р.	С	ПДК м.р.	С/ПДК м.р.	С	ПДК м.р.	С/ПДК м.р.
1	п.Отеген батыра	01.00	0,0082	0,4	0,0205	0,0116	0,2	0,058	3,37	0,5	6,74	0,921	5	0,1842
		07.00	0,0073	0,4	0,01825	0,0118	0,2	0,059	3,10	0,5	6,2	0,904	5	0,1808
		13.00	0,0022	0,4	0,0055	0,0050	0,2	0,025	0,609	0,5	1,218	0,625	5	0,125
		19.00	0,0019	0,4	0,00475	0,0058	0,2	0,029	0,761	0,5	1,522	0,905	5	0,181
2	Халык Арена	01.00	0,0200	0,4	0,05	0,0100	0,2	0,05	0,05	0,5	0,1	1,30	5	0,26
		07.00	0,0220	0,4	0,055	0,0500	0,2	0,25	0,020	0,5	0,04	1,20	5	0,24
		13.00	0,0140	0,4	0,035	0,0070	0,2	0,035	0,05	0,5	0,1	1,40	5	0,28
		19.00	0,0060	0,4	0,015	0,0450	0,2	0,225	0,03	0,5	0,06	0,50	5	0,1
3	пр.Райымбека 348	01.00	0,00256	0,4	0,0064	0,00113	0,2	0,00565	0,0139	0,5	0,0278	3,63	5	0,726
		07.00	0,00279	0,4	0,006975	0,00112	0,2	0,0056	0,0128	0,5	0,0256	3,45	5	0,69
		13.00	0,00440	0,4	0,011	0,00178	0,2	0,0089	0,0192	0,5	0,0384	2,31	5	0,462
		19.00	0,00431	0,4	0,010775	0,00115	0,2	0,00575	0,0161	0,5	0,0322	3,33	5	0,666
4	ул.Ауэзова-ул.Гоголя	01.00	0,00295	0,4	0,007375	0,00117	0,2	0,00585	0,0202	0,5	0,0404	3,28	5	0,656
		07.00	0,00489	0,4	0,012225	0,00121	0,2	0,00605	0,0188	0,5	0,0376	2,38	5	0,476
		13.00	0,00322	0,4	0,00805	0,00147	0,2	0,00735	0,0134	0,5	0,0268	3,29	5	0,658

Как должна выглядеть аналитика по качеству воздуха? Стратегия качества воздуха Лондона 2019-2024

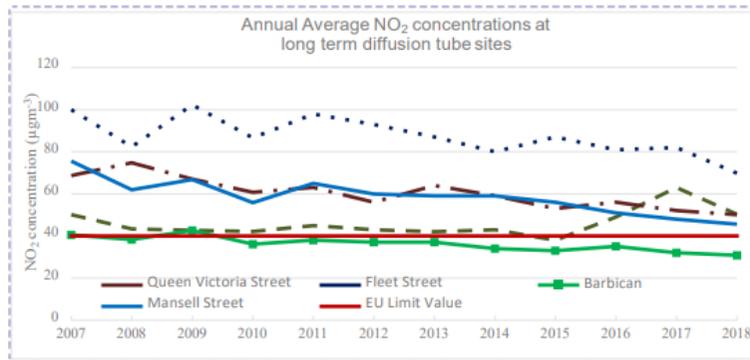


Figure 2.5: Annual Average NO₂ Measured with Diffusion Tubes, 2007 to 2018

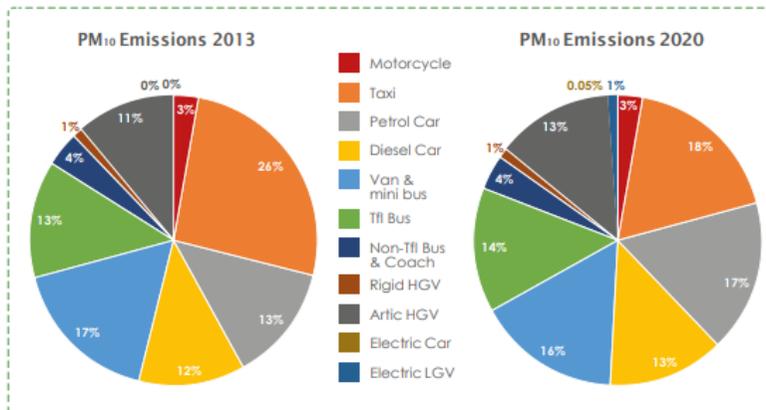


Figure 5.3: Proportion of PM₁₀ emissions from vehicles in the City of London in 2013 and 2020

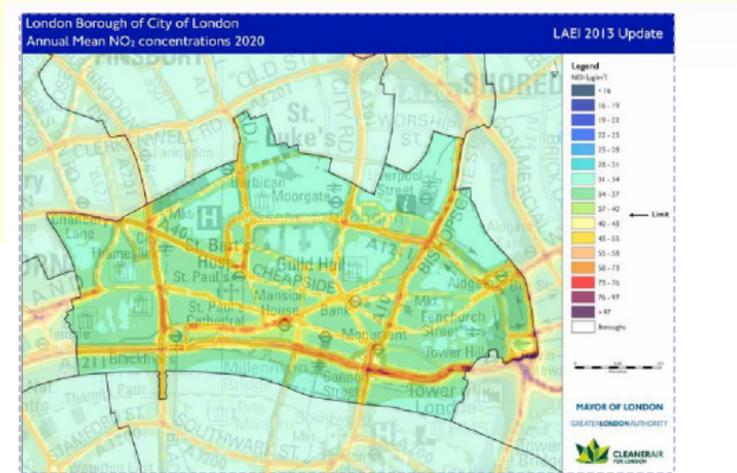
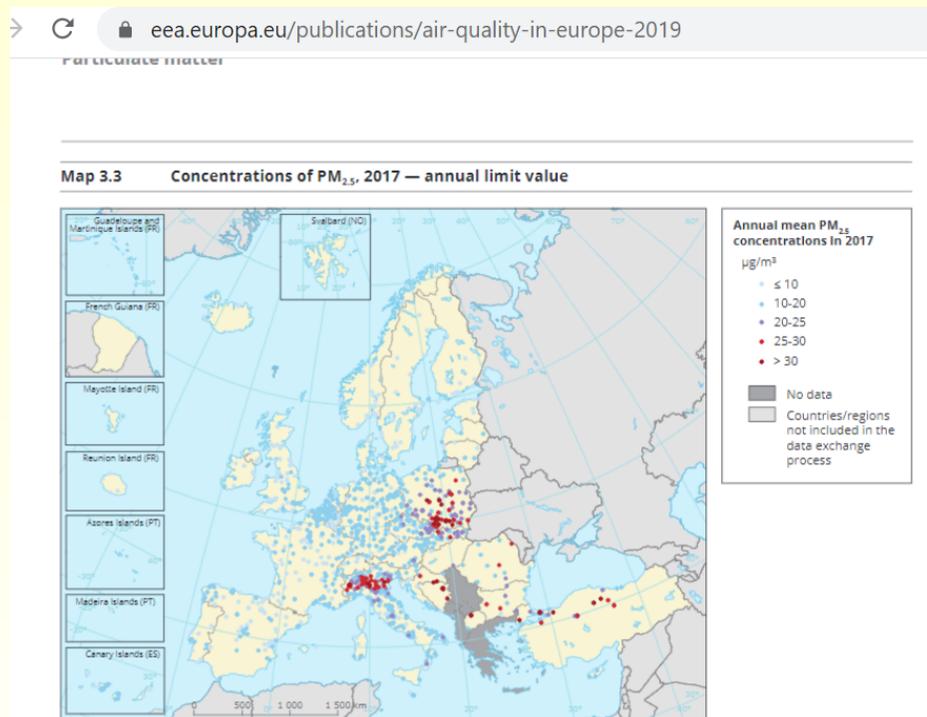


Figure 2.7: Modelled concentrations of annual average nitrogen dioxide forecast for 2020

<https://www.cityoflondon.gov.uk/business/environmental-health/environmental-protection/air-quality/Documents/City-of-London-Air-Quality-Strategy-2019-2024.pdf>

Как должна выглядеть аналитика по качеству воздуха?

Пример отчета Европы по качеству воздуха



- Ежегодные доклады о качестве воздуха с картами, трендами (по годам), вкладами источников (%)
- Разделы с аналитикой для **каждого загрязняющего вещества по отдельности**

Как должна выглядеть аналитика по качеству воздуха?

Пример отчета Москвы

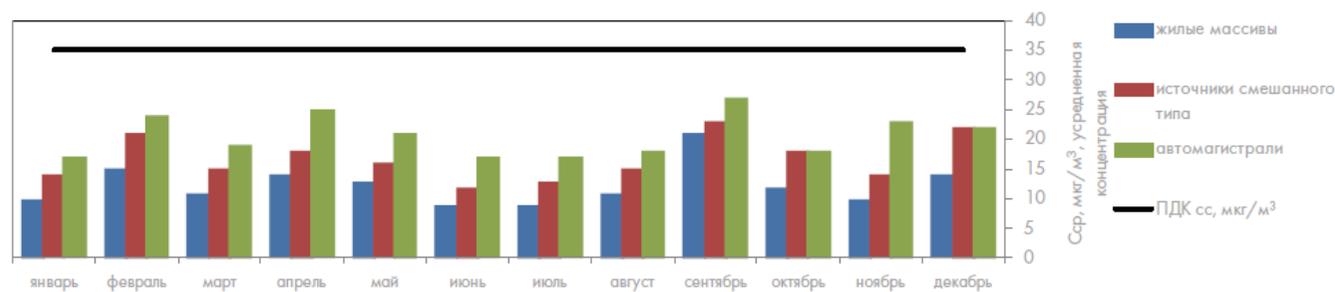
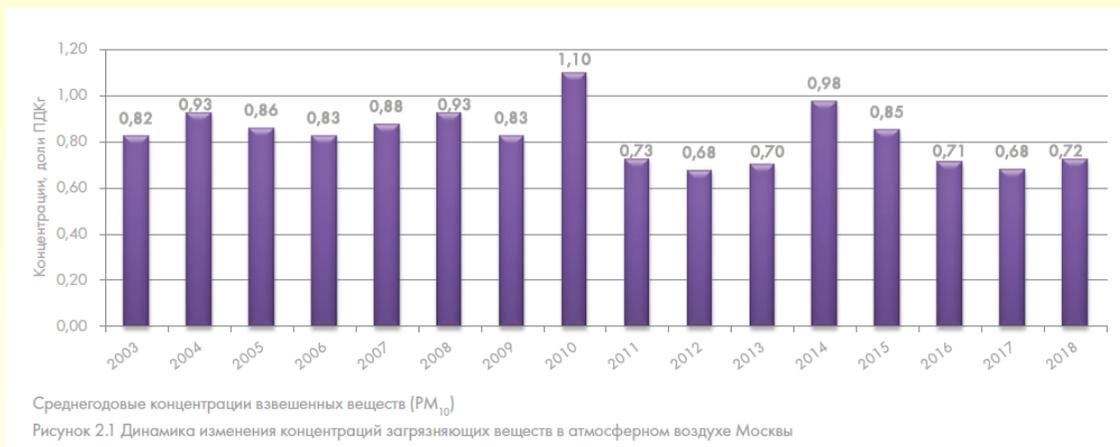
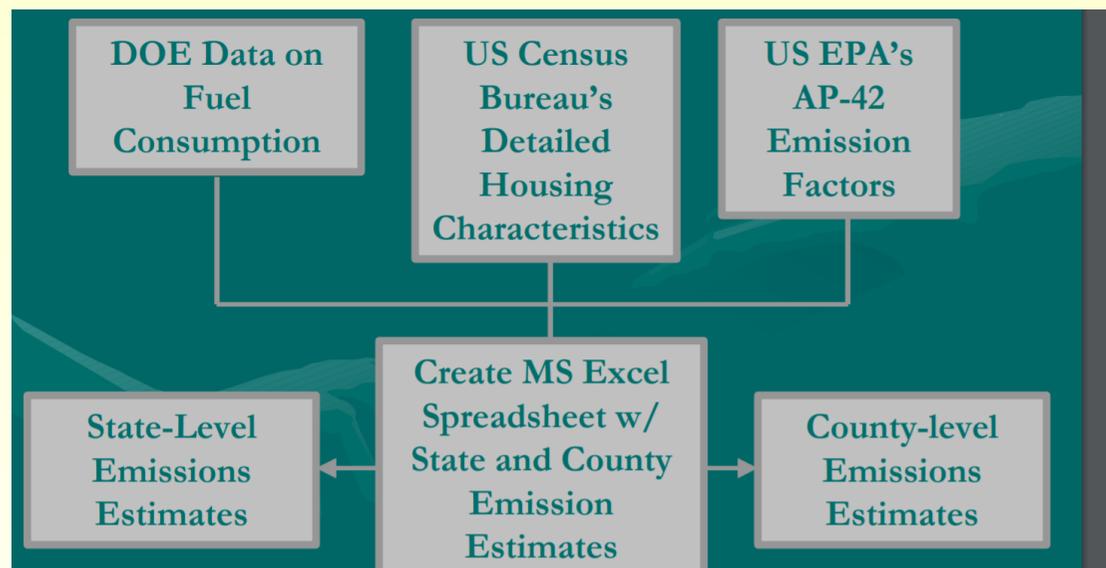


Рисунок 2.11 Динамика усредненной концентрации $PM_{2.5}$ с разбивкой по зонам размещения в 2018 г.

Emissions inventory

Определение источников расчетным способом



Статистика потребления топлива
по секторам для города Алматы

×
=
=

Коэффициенты выбросов на единицу
сожженного топлива

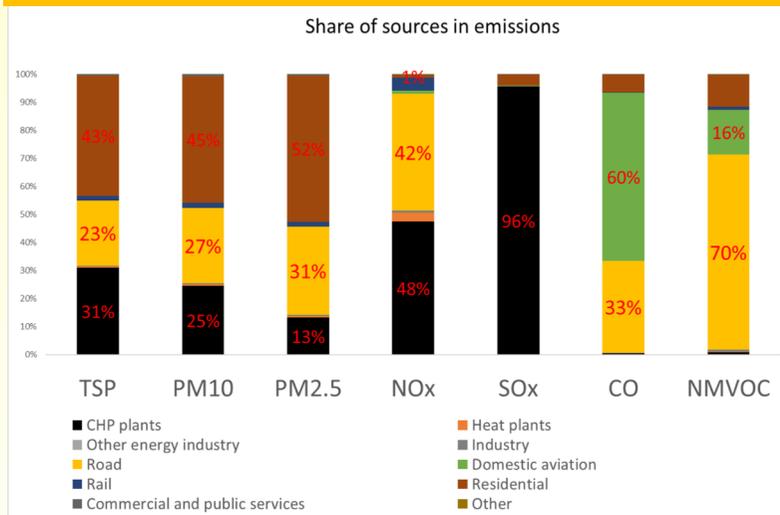
Выбросы загрязняющих веществ (NO₂, SO₂, PM, CO)

<https://www3.epa.gov/ttnchie1/conference/ei12/area/present/haneke.pdf>

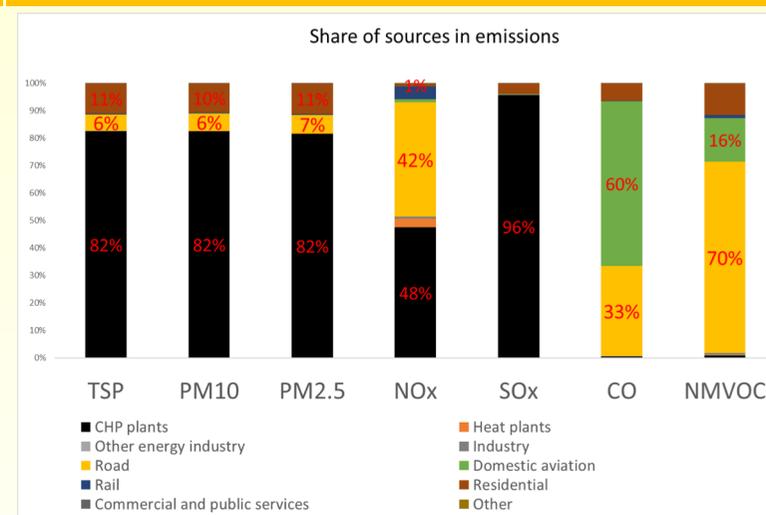
Предварительные расчеты выбросов Алматы

на основе Методологии «EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook»

Предположение: ТЭЦ-2 очищает выбросы твердых частиц



Предположение: ТЭЦ-2 НЕ очищает выбросы твердых частиц



ТЭЦ-2 сжигает 2.3 миллион тонн угля в год

Частный сектор 89 тысяч тонн угля в год (оценочно)

Рекомендации по проведению инвентаризации выбросов загрязняющих веществ

- **Улучшение статистики потребленного топлива во всех секторах**
 - Транспорт, домохозяйства, ТЭЦ
- **Исследования по изучению качества сожженного топлива (расчет коэффициентов выбросов)**
- **Пространственная карта количества домохозяйств, использующих уголь в городе Алматы и Алматинской области**
 - Изучения количества и качества топлива
- **Изучение пробега автомобилей, расхода топлива, объема двигателя и т.д.**
- **На основе собранной информации, проведение инвентаризации выбросов загрязняющих веществ на основе международных методик (на систематической основе)**
- **Не суммировать выбросы различных загрязняющих веществ**

Проект Всемирного Банка

Экономически эффективные меры по управлению качеством атмосферного воздуха в Казахстане и их влияние на выбросы парниковых газов

Исследования фазы I и фазы II

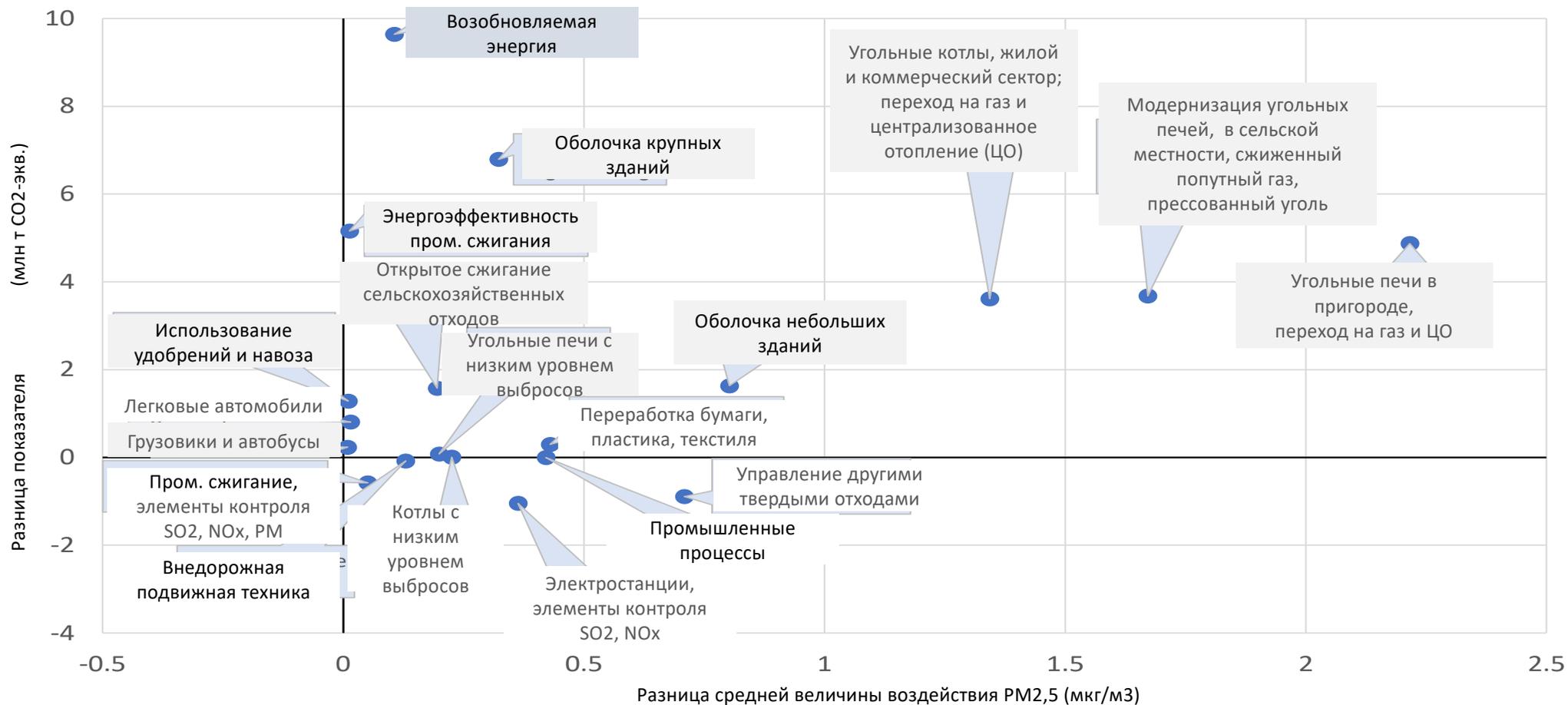
Предварительное исследование на национальном уровне, фаза I

- Сбор и анализ имеющихся данных и источников выбросов в атмосферу и парниковых газов, а также использования топлива в стационарных и мобильных источниках.
- Анализ пробелов в политике системы управления качеством воздуха (AQM)
- Моделирование GAINS с использованием среднего воздействия на национальном уровне без исследований распределения источников и моделирования рассеивания загрязнения

Фаза II исследования на уровне города

- Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ (AP) (PM_{2,5} и их прекурсоры) и парниковых газов
- Распределение источников выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов
- Моделирование рассеивания загрязнения
- Потенциал для внедрения технологий борьбы с выбросами на электростанциях / теплоцентралях и в промышленности, а также список потенциальных проектов по сокращению выбросов AQM и парниковых газов.
- Моделирование GAINS на уровне города для снижения воздействия PM_{2,5} и воздействия на выбросы парниковых газов
- Инструменты политики для использования синергизма и управления компромиссами - качественный анализ вариантов политики без детальной разработки и оценки воздействия отдельных инструментов политики (в зависимости от бюджета) - включая варианты EFR и первоначальную оценку воздействия
- Обзор институциональных механизмов, потребностей и возможностей системы управления качеством воздуха
- Разработка дорожной карты системы управления качеством воздуха для применения приоритетных мер, которые важны как для AP, так и для выбросов парниковых газов (необязательно одинаковые)

МОДЕЛЬ «GAINS» ПОКАЗАЛА важность внедрения комплексных мер по управлению качеством воздуха и смягчению последствий изменения климата



КЛЮЧЕВЫЕ результаты

- Несмотря на то, что загрязнители воздуха и парниковые газы выбрасываются из одних и тех же источников, приоритетные источники и меры по предотвращению загрязнения воздуха и смягчению последствий изменения климата дублируются лишь частично.
- Наиболее экономически эффективные меры по спасению жизней людей от загрязнения воздуха могут различаться в зависимости от города – синергетические взаимосвязи наряду с мерами по смягчению последствий изменения климата могут быть сильнее или слабее.
- Необходимо разработать комплексные меры по управлению качеством воздуха и смягчению последствий изменения климата и управлять ими на уровне атмосферного раздела в рамках долгосрочной национальной стратегии по декарбонизации.

Основные выводы

- Меры по сокращению загрязнения воздуха **в системах отопления жилых помещений и управления отходами** на уровне семей/домохозяйств демонстрируют наибольший потенциал с точки зрения экономической эффективности для предотвращения смертности от воздействия PM_{2,5};
- Данные источники не являются приоритетными в части национальных целей по смягчению последствий изменения климата (на отопление жилых помещений приходится 8% национальных выбросов парниковых газов).
- В целях смягчения последствий изменения климата приоритетным является переход на другой вид топлива на крупных коммунальных предприятиях по производству электроэнергии и тепла, а также на промышленных мусоросжигательных заводах.
- Меньший прогресс был достигнут в разработке политики по управлению загрязнением воздуха в секторах отопления жилых домов и управления отходами в Казахстане.

Спасибо!

aiymgul.kerimray@cfhma.kz

TG: @air_quality_science

<https://cfhma.kz/ecobio/>