

# Чем мы дышим?



Байматова Насиба Хикматуллаевна, PhD

Посдокторант КазНУ им. Аль-Фараби

Лаборатория «Экология биосферы», ЦФХМА

Эксперт фонда “AirVision.kz”

# Факты о загрязнении воздуха

От загрязнения воздуха в мире каждый час умирает **800 человек**, а каждую минуту – **13**.

В Казахстане ущерб от загрязнения воздуха составляет **1,3 млрд** долларов или **0,9% ВВП**

Сокращение уровня концентрации твердых частиц хотя бы на **1 мкг/м<sup>3</sup>** приведет к ежегодной экономии в **\$57 млн** бюджета Казахстана.

Каждый **9 из 10** людей дышит грязным воздухом в мире.

Последствия загрязнённого воздуха – астма, хронический бронхит, сердечно-сосудистые заболевания, ХОБЛ, онкология, рак легких, аллергия, преждевременные роды у беременных, болезнь Альцгеймера

Беременные женщины, живущие в районах с интенсивным движением транспорта, имеют на **22%** более высокий риск рождения детей с нарушением функции легких, чем женщины, живущие в менее загрязненных районах.

Каждый **третий** алматинец болеет респираторными заболеваниями. Каждый **четвертый** – астматик.



Источники:

ЮНЕП, 2019., ВОЗ, 2018., <https://pmj.bmj.com/content/76/901/683>

Статистика Минздрава Казахстана., World bank, 2013

# Воздействие загрязнителей воздуха на здоровье человека

**8134** преждевременные смерти взрослых в год от PM 2.5 в период за 2015–2017 года

**8%** на 100 000 людей

**Выборка в 21 город Казахстана.**

Ведущими причинами смерти были:

Ишемическая болезнь сердца	<b>4080</b>
Инсульт	<b>1613</b>
Инфекции нижних дыхательных путей	<b>662</b>
Хроническая обструктивная болезнь легких	<b>434</b>
Рак легких	<b>332</b>

Источник: Daulet Assanov, Valery Zapasnyi, Aiyngul Kerimray. (2021) Air Quality and Industrial Emissions in the Cities of Kazakhstan. Atmosphere 12:3

Головная боль  
Тревожность

Раздражение глаз,  
носа и горла

Проблемы с дыханием

Раздражения,  
воспаления  
и инфекции

Сердечно-сосудистые  
заболевания

Астма и снижение  
функции легких

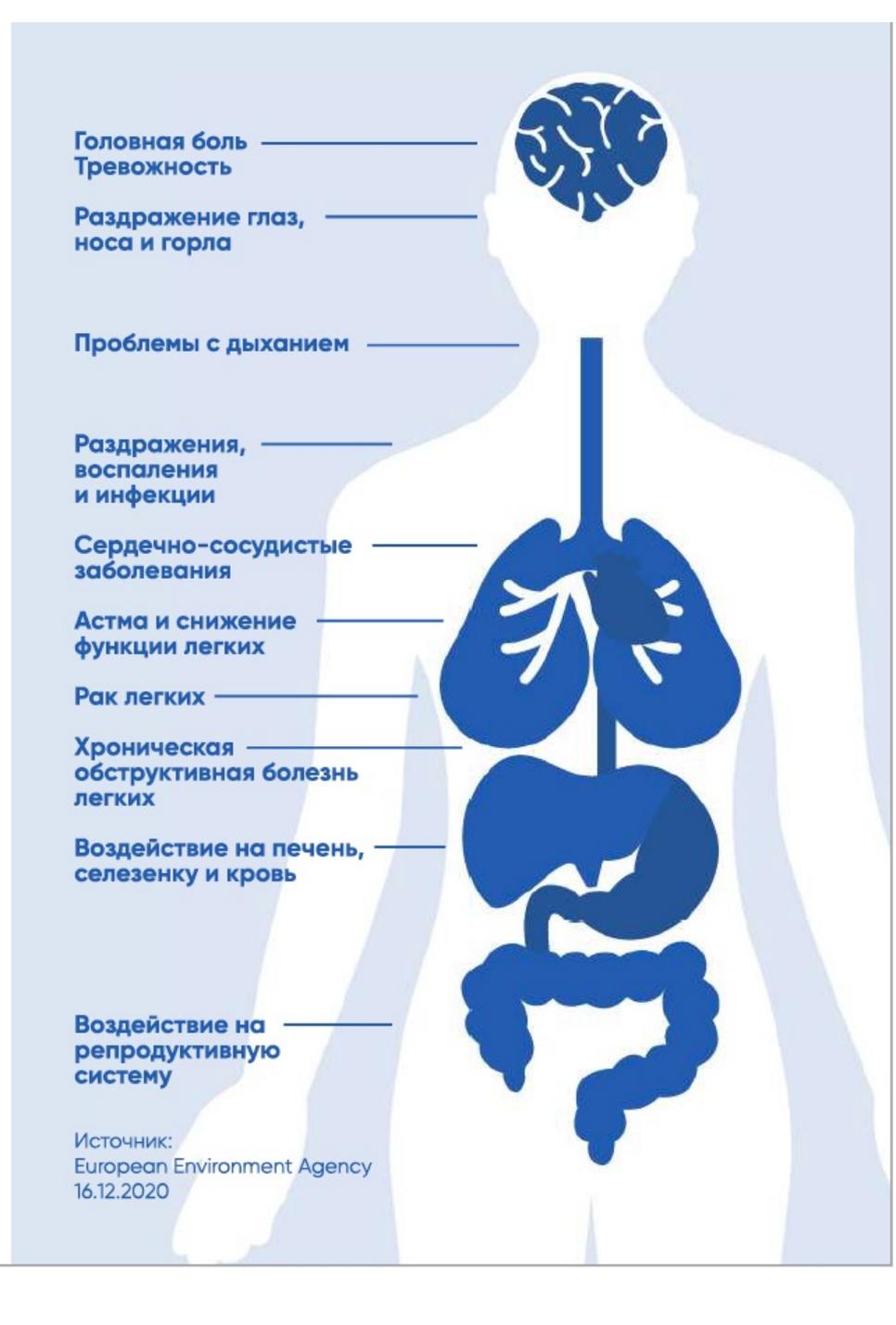
Рак легких

Хроническая  
обструктивная болезнь  
легких

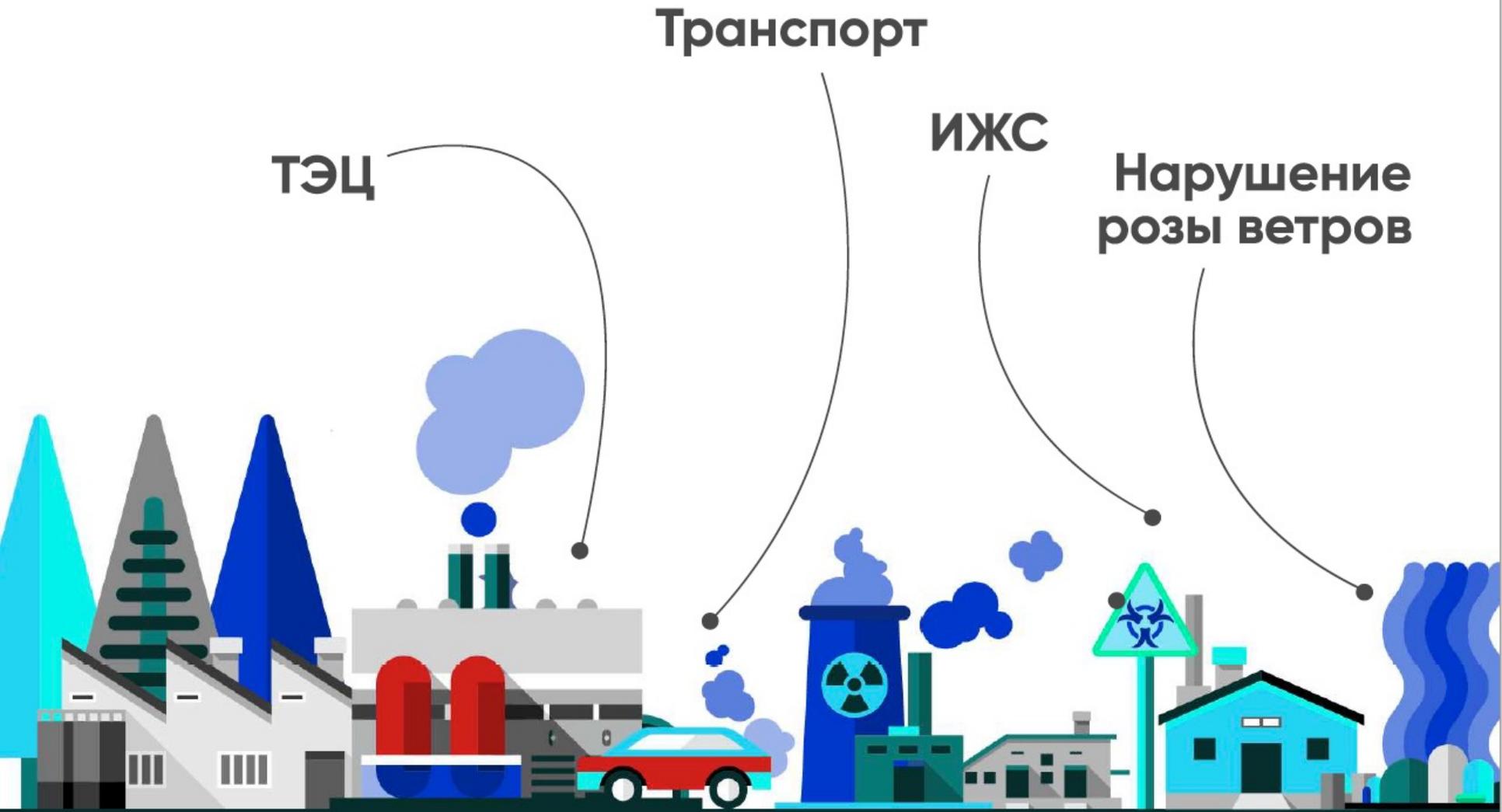
Воздействие на печень,  
селезенку и кровь

Воздействие на  
репродуктивную  
систему

Источник:  
European Environment Agency  
16.12.2020



# Основные источники загрязнения воздуха в г.Алматы



# Основные загрязнители атмосферного воздуха

## Озон (образуется из NOx и ЛОС)

- Воспаление легких, респираторные заболевания (например, астма, эмфизема)

## Летучие органические соединения (ЛОС)

- Раздражение легких (например, воспаление, повреждение клеток дыхательных органов, преждевременное старение)

## Дисперсное вещество (PM2.5 и PM10)

- Смертность от сердечно-сосудистых, респираторных и онкологических заболеваний

## Стойкие органические загрязнители (СОЗ)

- Воздействие на репродуктивную и иммунную системы

## Оксиды азота (NOx)

- Рост восприимчивости к инфекциям дыхательных путей

## Оксиды серы (SOx)

- Болезни легких и органов дыхания
- Подкисление окружающей среды

## Аммиак

- Раздражение глаз и верхних дыхательных путей
- Ожоги и рубцевание тканей
- Повышенное кровяное давление

## Тяжелые металлы

### (кадмий, свинец, ртуть)

- Загрязнение пищевых продуктов
- Преждевременная смерть
- Бронхит, приступы астмы, заболевания верхних и нижних дыхательных путей

Энергетика

Транспорт

Промышленность

Сельское хозяйство



# Город Алматы входит в список самых загрязненных городов мира



Декабрь 2015 г.

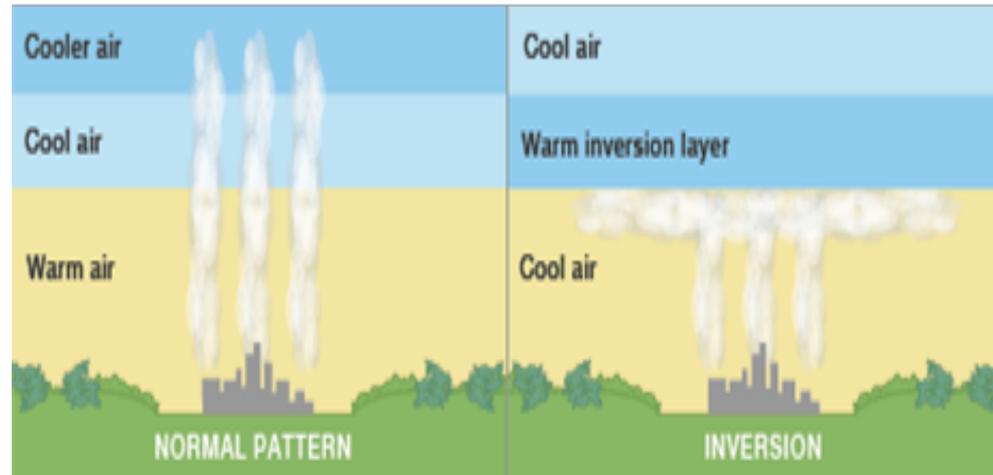


Сентябрь 2017 г.

# Географическое положение г. Алматы



Температурные инверсии воздуха



# СМОГ.



- Smog – сочетание от “smoke” и “fog”
- Впервые термин «смог» был использован в 1905 г. доктором Генри Антуан де Во в его статье «Туман и дым» на заседании Конгресса общественного здравоохранения



В 1952 году из-за  
резкого холода жители  
Лондона сжигали для  
отопления больше  
некачественного угля,  
чем обычно

К чему это привело?

**В воздухе увеличилось  
содержание диоксида  
серы**

**5 дней в небе Лондона  
стоял самый грязный  
туман за всю историю**

**4 тыс смертей и 100 тыс  
заболевших из-за смога**



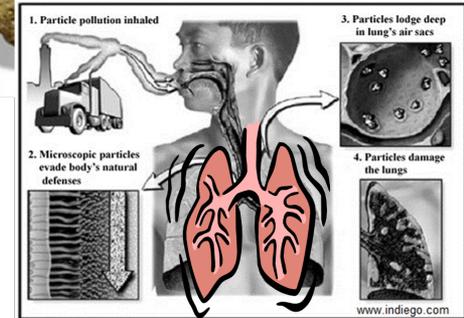
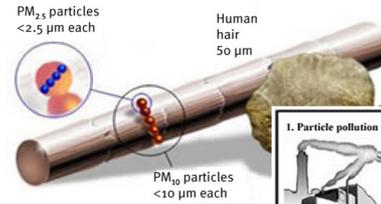
**Закон  
«О чистом воздухе»  
– революционное  
решение и важный  
этап в деле защиты  
окружающей среды**



Неорганические  
CO  
NO<sub>2</sub> PM  
SO<sub>2</sub>



Органические  
ЛОС  
(VOC)  
ПАУ



СМОГ



# Основные загрязнители воздуха

Неорганические

CO

NO<sub>2</sub> PM

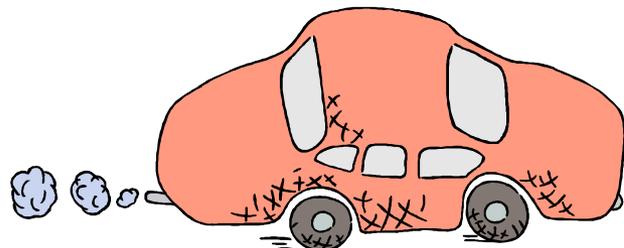
SO<sub>2</sub> O<sub>3</sub>

Органические

ЛОС

(VOC)

ПАУ



# Все, что нужно знать о частицах PM2.5



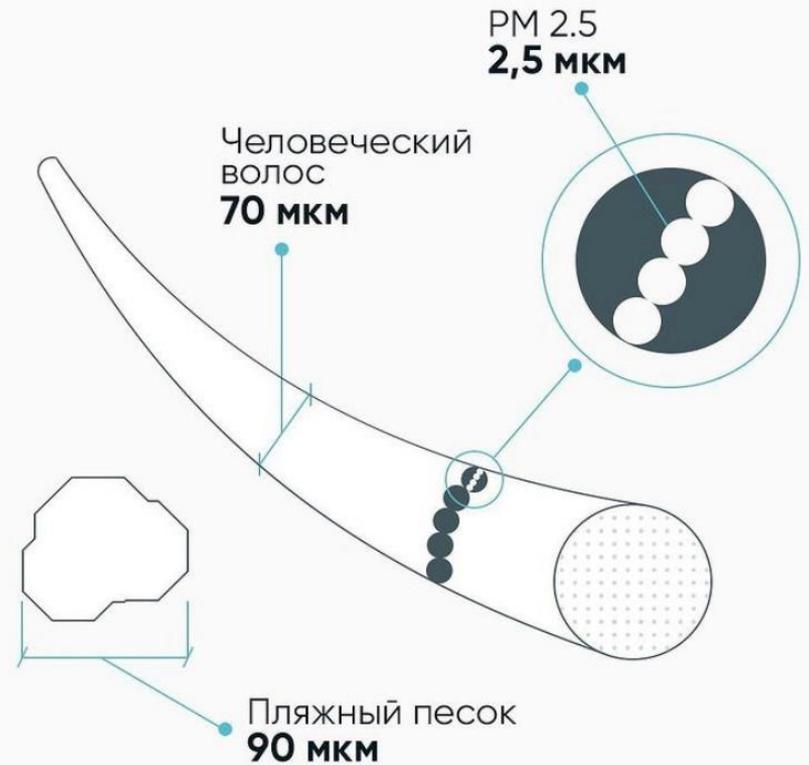
PM



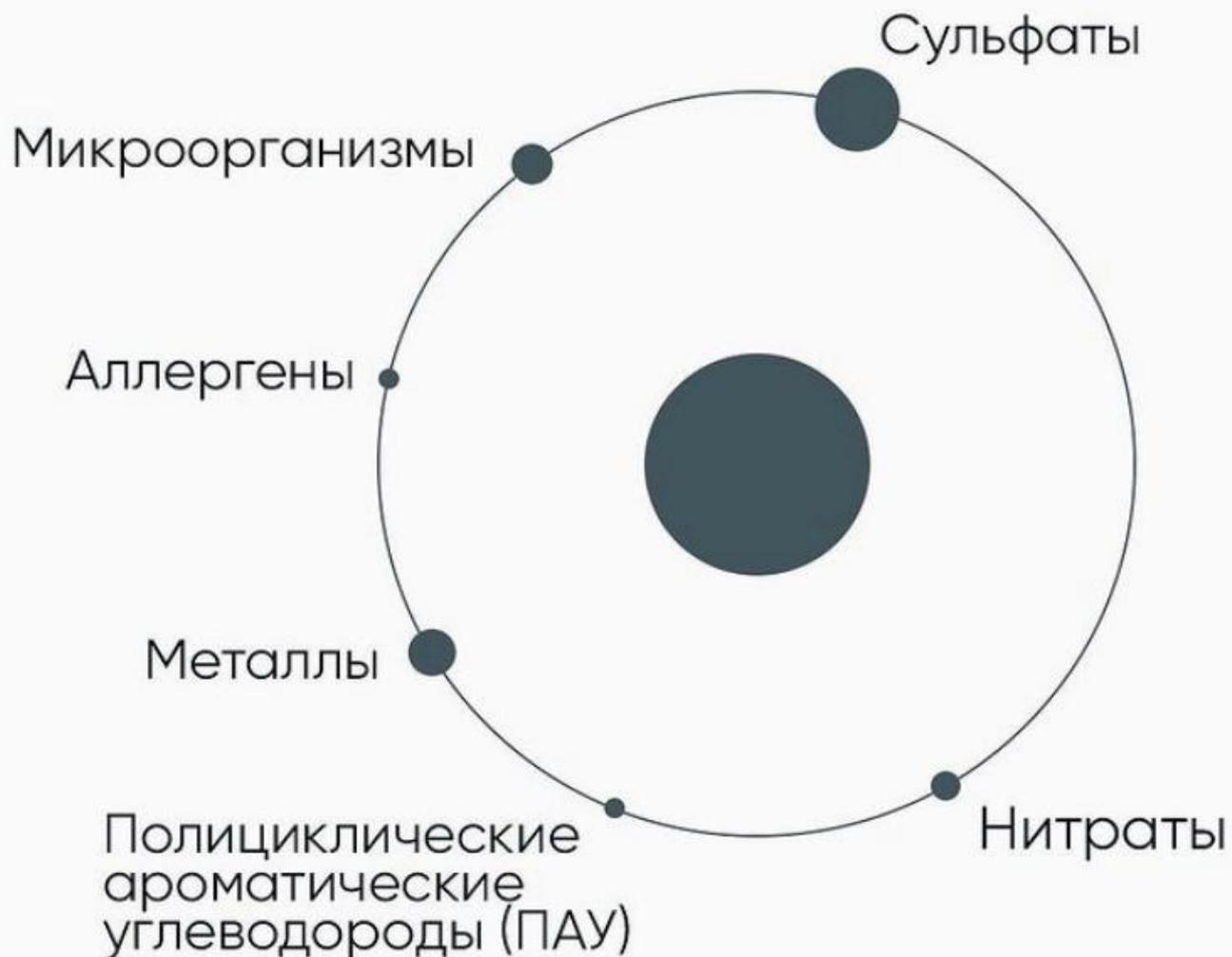
2.5



Частицы настолько  
мелкие и легкие, что  
долгое время витают  
в нашем воздухе  
перед тем, как упасть  
на землю



# Частицы PM2.5 по полочкам



## Как частицы попадают в атмосферу?



## Твердые частицы PM2.5 и PM10

### Основные источники

#### Промышленность

- кирпичные, нефтеперерабатывающие, цементные, металлургические заводы
- электростанции на нефти, газе или угле

#### Транспорт

- дизельный двигатель
- износ шин
- турбулентность воздуха

**Вред для человека: PM2.5** могут негативно повлиять на легкие и сердце\*  
**PM10** могут раздражать глаза, нос и горло



# Уровень загрязнения воздуха и влияние на COVID-19

Исследование, проведенное Гарвардским университетом (США), указывает на повышенную смертность пациентов COVID-19, особенно входящих в группы риска, в районах с высоким уровнем загрязнения воздуха. Чем больше в воздухе взвешенных твердых частиц, тем выше уровень смертности от COVID-19.



# Наземный озон – O<sub>3</sub>

## Основные источники



### Оксиды азота – NO<sub>x</sub>

- сжигание угля, бензина и масла в автомобилях, домах, на промышленных предприятиях и электростанциях

### Летучие органические соединения

- сжигание бензина, древесного топлива в жилых домах
- добыча нефти и газа испарение жидкого топлива и растворителей

**Вред для человека:** кашель, раздражение горла, ухудшение бронхита, эмфиземы и астмы, воспаление легких

# Монооксид углерода – CO

Образуется из-за  
неполного сгорания  
бензина, природного газа,  
нефти, угля и древесины

## Основной источник

- автомобильные выбросы

**Вред для человека:** головная боль,  
головокружение, рвота и тошнота, повышается  
риск сердечных заболеваний

# Оксиды серы – $SO_x$

Выделяется при сжигании серосодержащих материалов: угля, нефти, дизельного топлива

## Основные источники

- Электростанции
- Предприятия по переработке и плавке металлов
- Транспорт электростанции на нефти, газе или угле

**Вред для человека:** раздражает кожу и слизистые оболочки глаз, носа, горла и легких, может вызвать боль при глубоком вдохе, кашель и затрудненное дыхание

# Диоксид азота – NO<sub>2</sub>

Выделяется при сжигании угля, нефти и газа

## Основные источники

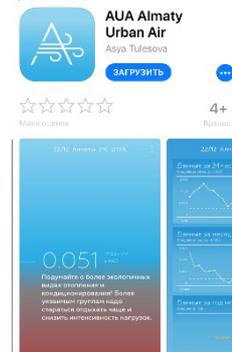
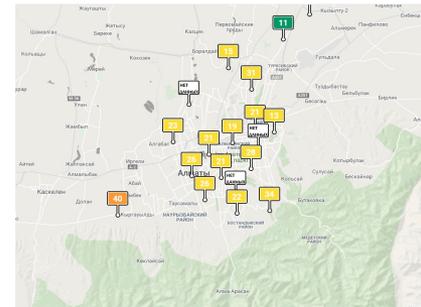
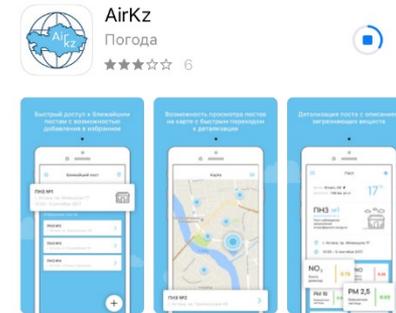
- Выхлопные газы автомобиля
- Переработка бензина и металлов
- Угольные электростанции
- Пищевая промышленность

**Вред для человека:** может вызвать такие проблемы, как свистящее дыхание, кашель, простуда, грипп и бронхит

# Зачем нужен мониторинг?



# Кто проводит мониторинг?



Неорганические  
 $NO_2$   
 $SO_2$   
 $CO$   
 $PM$



Загрязняющее вещество	в России, США, ЕС и нормативы Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ)				
	Время воздействия	Россия, мкг/м <sup>3</sup>	США, мкг/м <sup>3</sup>	ЕС, мкг/м <sup>3</sup>	ВОЗ, мкг/м <sup>3</sup>
PM2.5	24 часа	35	35		25
	Средняя за год	25	15	25	10
PM10	24 часа	60		50	20
	Средняя за год (средняя зима)	40		40	20

**ЧТО МОЖЕТЕ СДЕЛАТЬ ВЫ, ЧТОБЫ ВОЗДУХ В АЛМАТЫ СТАЛ ЧИЩЕ?**

AUA  
 рабочая группа

**#алматыбезсмога**

# Кто мониторит?

В воздухе г.Алматы обнаружено  
более 100 ЛОС

Органические  
ЛОС  
(VOC)  
ПАУ



Бензол, толуол, этилбензол, о-ксилол,  
ПАУ

Бензол – канцероген 1 группы опасности

Методики анализа трудоемкие и  
дорогостоящие

# Хроматограмма образца воздуха г. Алматы



1-бензол; 2-толуол; 3-этилбензол; 4-п-ксилол; 5-1-этил-3-метил бензол; 6-1,2,3-триметил бензол; 7-1-этил-4-метил бензол; 8-1,2,3,4 – тетраметил бензол; 9-1-метил-1Н-Индан; 10-Бензальдегид; 11-Нафталин; 12-1-метил нафталин; 13-Фенол; 14-4-метил фенол

# Экспрессная методика анализа ЛОС



## Simple and accurate quantification of BTEX in ambient air by SPME and GC-MS

Nassiba Baimatova<sup>a</sup>, Bulat Kenesov<sup>a\*</sup>, Jacek A. Koziel<sup>b</sup>, Lars Carlsen<sup>c</sup>, Marat Bektasov<sup>a</sup>, Olga P. Demnyanenko<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Center of Physical Chemical Methods of Research and Analysis, Almaty, Kazakhstan  
<sup>b</sup>Illinois State University, Department of Agricultural and Biosystems Engineering, Ames, IA 50011, USA  
<sup>c</sup>Awariness Center, Trekroner, DK-4000 Roskilde, Denmark

### ARTICLE INFO

**Article history:**  
Received 6 January 2016  
Received in revised form 12 March 2016  
Accepted 15 March 2016  
Available online 16 March 2016

**Keywords:**  
Solid-phase microextraction  
GC-MS  
Standard addition  
BTEX  
Ambient air pollution  
Air analysis

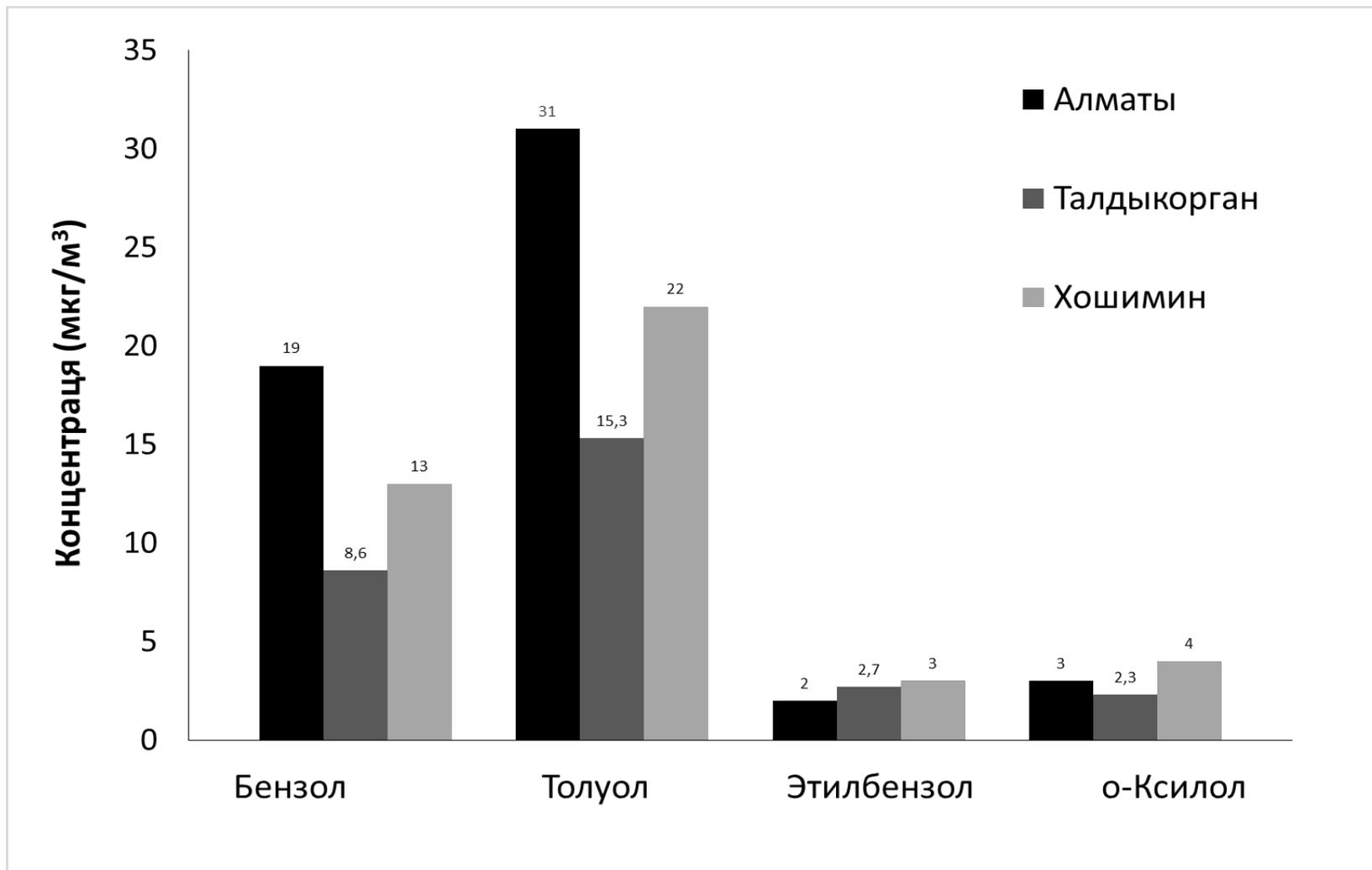
### ABSTRACT

Benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEX) comprise one of the most ubiquitous and hazardous groups of ambient air pollutants of concern. Application of standard analytical methods for quantification of BTEX is limited by the complexity of sampling and sample preparation equipment, and budget requirements. Methods based on SPME represent simpler alternative, but still require complex calibration procedures. The objective of this research was to develop a simpler, low-budget, and accurate method for quantification of BTEX in ambient air based on SPME and GC-MS. Standard 20-ml headspace vials were used for field air sampling and calibration. To avoid challenges with obtaining and working with 'zero' air, slope factors of external standard calibration were determined using standard addition and inherently polluted lab air. For polydimethylsiloxane (PDMS) fiber, differences between the slope factors of calibration plots obtained using lab and outdoor air were below 14%. PDMS fiber provided higher precision during calibration while the use of Carboxen/PDMS fiber resulted in lower detection limits for benzene and toluene. To provide sufficient accuracy, the use of 20-ml vials requires triplicate sampling and analysis. The method was successfully applied for analysis of 108 ambient air samples from Almaty, Kazakhstan. Average concentrations of benzene, toluene, ethylbenzene and *o*-xylene were 53, 57, 11 and 14  $\mu\text{g m}^{-3}$ , respectively. The developed method can be modified for further quantification of a wider range of volatile organic compounds in air. In addition, the new method is amenable to automation.

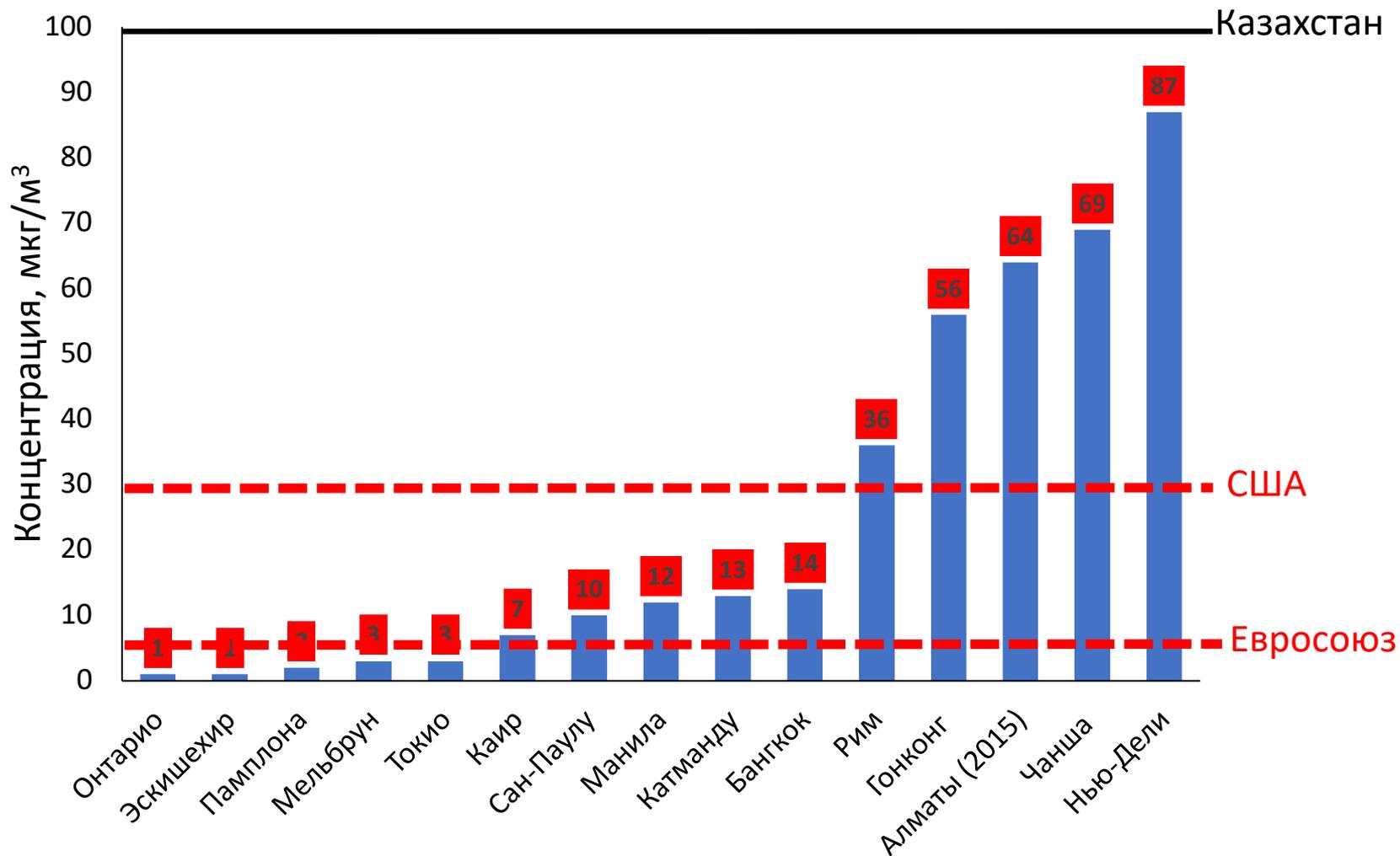
© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.



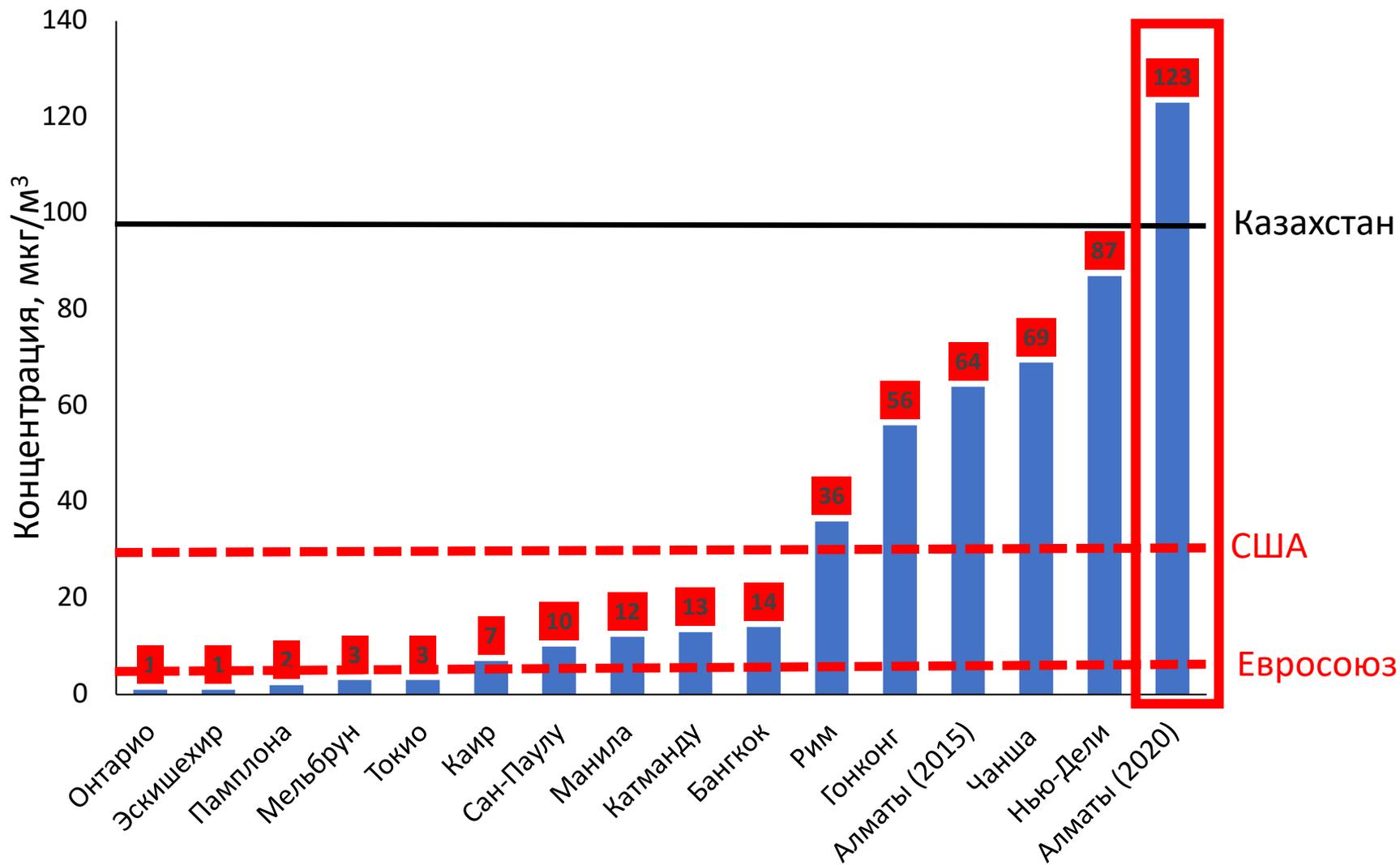
# Концентрации БТЭК в разных городах, март 2018



# Концентрации бензола в мире



# Концентрации бензола в мире

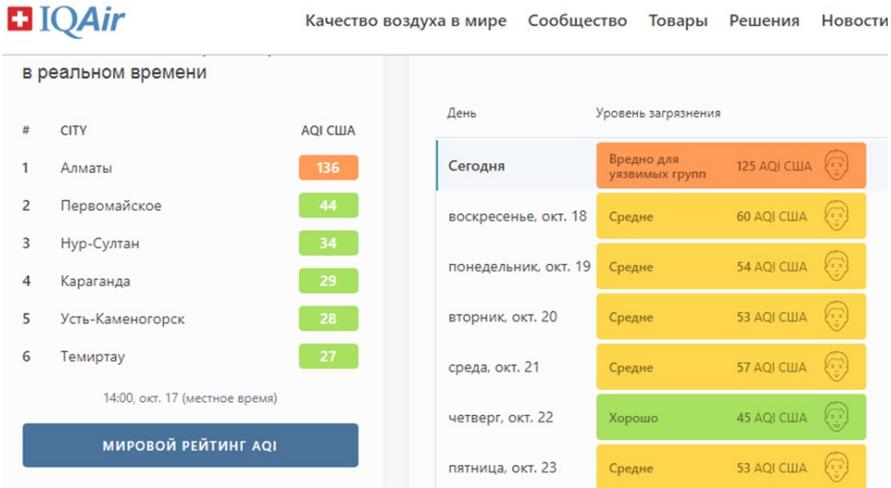


# Нормы концентраций загрязнителей

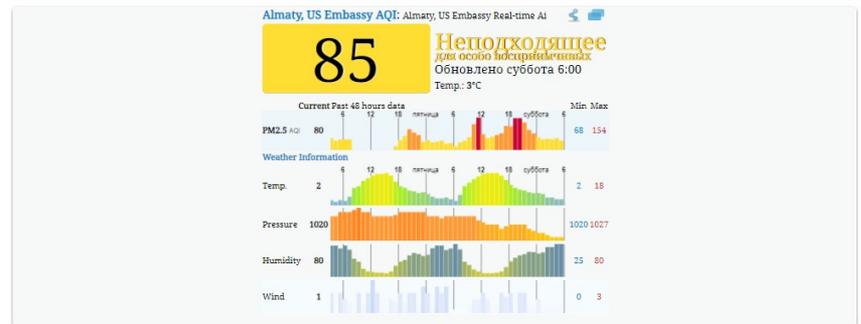
Загрязнитель	Норма ЕС	Норма СНГ
Взвешенные частицы PM2.5 PM10	25 мкг/м <sup>3</sup> (24 ч) 10 мкг/м <sup>3</sup> (1 год) 50 мкг/м <sup>3</sup> (24 ч) 20 мкг/м <sup>3</sup> (1 год)	160 мкг/м <sup>3</sup> (макс. раз) 35 мкг/м <sup>3</sup> (24 ч)
NO <sub>2</sub>	200 мкг/м <sup>3</sup> (1 час) 40 мкг/м <sup>3</sup> (1 год)	40 мкг/м <sup>3</sup> (24 ч) 200 мкг/м <sup>3</sup> (макс. раз)
Бензол	5 мкг/м <sup>3</sup> (1 год)	100 мкг/м <sup>3</sup> (24 ч) 300 мкг/м <sup>3</sup> (макс. раз)
Озон	100 мкг/м <sup>3</sup> (8 ч)	30 мкг/м <sup>3</sup> (24 ч) 160 мкг/м <sup>3</sup> (макс. раз)
Бензо[а]пирен	1 нг/м <sup>3</sup> (1 год)	1 нг/м <sup>3</sup> (24 ч)

# Air Quality Index (Индекс качества воздуха)

Индекс качества воздуха (AQI) создан для ежедневного мониторинга и отчетности о качестве воздуха, а также для информирования людей о его возможном воздействии на здоровье.



## Индекс качества воздуха (ИКВ = AQI) Значения



<https://aqicn.org/here/ru/#!gl!43.240719899999995!76.8563664>

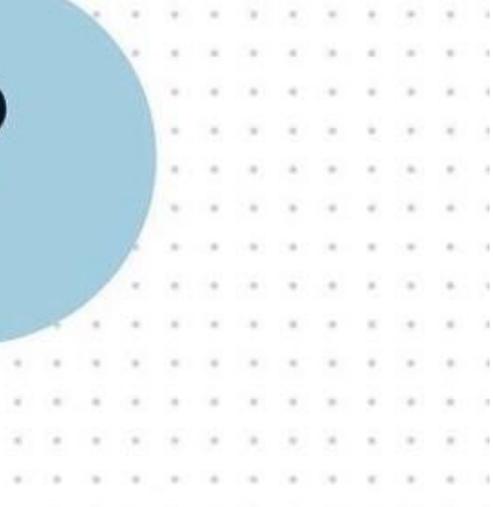
<https://www.iqair.com/ru/kazakhstan/almaty-qalasy/almaty>

# Air Quality Index (Индекс качества воздуха)

AQI используют государственные органы многих других стран для информирования населения о текущем или прогнозируемом загрязнении воздуха. В разных странах этот индекс рассчитывается по своим нормативам и чаще всего включает 6 основных загрязнителей воздуха (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>)

Daily AQI Color	Levels of Concern	Values of Index	Description of Air Quality
Green	Good	0 to 50	Air quality is satisfactory, and air pollution poses little or no risk.
Yellow	Moderate	51 to 100	Air quality is acceptable. However, there may be a risk for some people, particularly those who are unusually sensitive to air pollution.
Orange	Unhealthy for Sensitive Groups	101 to 150	Members of sensitive groups may experience health effects. The general public is less likely to be affected.
Red	Unhealthy	151 to 200	Some members of the general public may experience health effects; members of sensitive groups may experience more serious health effects.
Purple	Very Unhealthy	201 to 300	Health alert: The risk of health effects is increased for everyone.
Maroon	Hazardous	301 and higher	Health warning of emergency conditions: everyone is more likely to be affected.

Qualitative name	Index or sub-index	Pollutant (hourly) concentration in µg/m <sup>3</sup>			
		NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>2.5</sub> (optional)
Very low	0–25	0–50	0–25	0–60	0–15
Low	25–50	50–100	25–50	60–120	15–30
Medium	50–75	100–200	50–90	120–180	30–55
High	75–100	200–400	90–180	180–240	55–110
Very high	>100	>400	>180	>240	>110

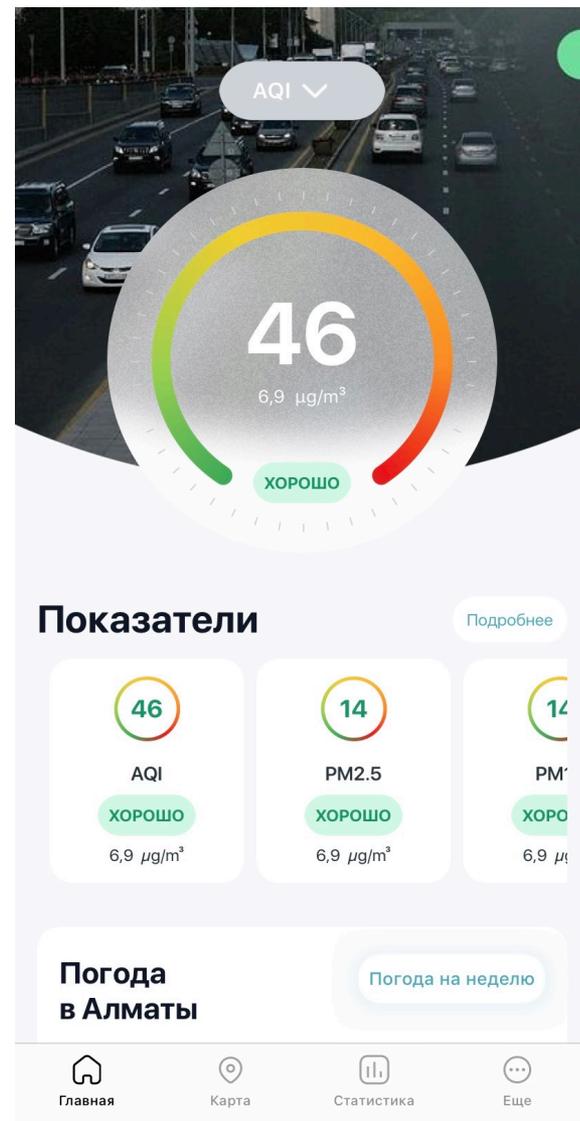
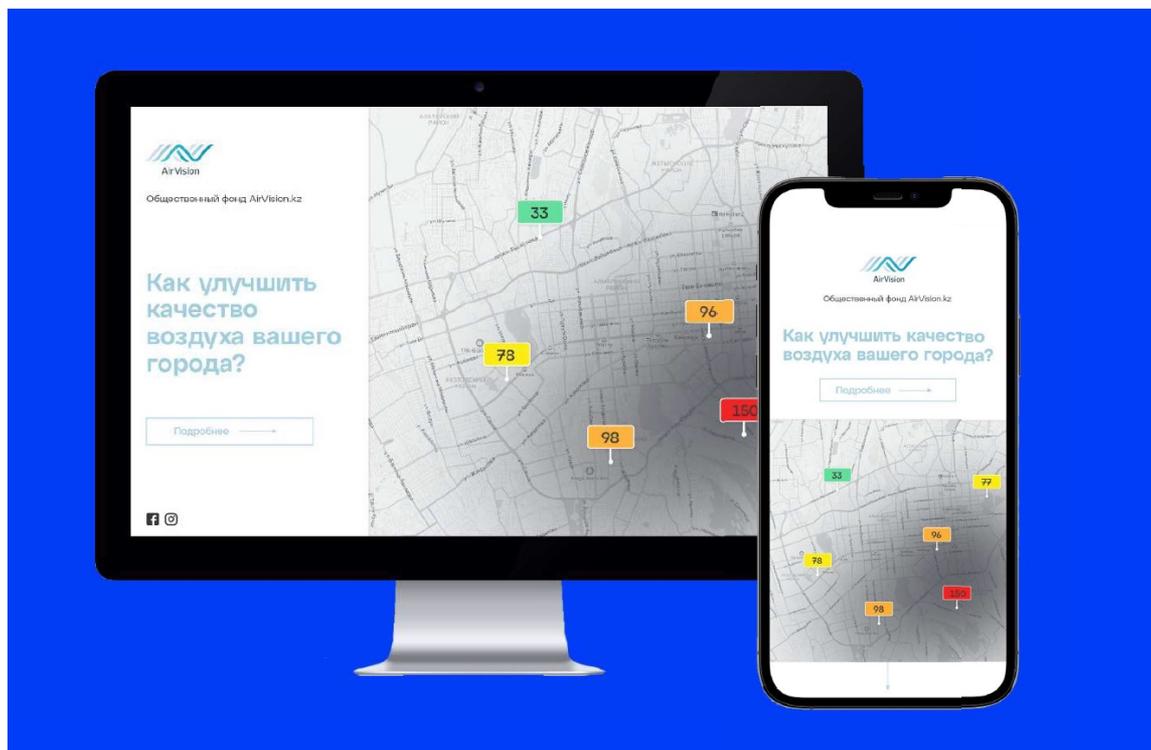


**Как я могу  
помочь  
в очищении  
воздуха  
Алматы?**

# ЧТО ПОЧИТАТЬ ОБ ЭКОЛОГИИ?



# Приложение Airvision



## Не сжигайте мусор.

Сжигание мусора во дворах частных домов не только регламентируется законом, но и опасно для нашего здоровья и состояния воздуха.



**Не сжигайте листву**

**Лучше используйте ее для компоста**

**Выбрасывайте**

**мусор**

**в специальные места,**

**сортируйте**

**и отдавайте**

**на переработку**



## Используйте общественный транспорт:

чем реже вы пользуетесь личным автомобилем, тем меньше продуктов горения попадет в атмосферу. К тому же вы поспособствуете уменьшению пробок.

**Больше гуляйте  
пешком или  
используйте  
общественный  
транспорт**

**Выбирайте экологически  
чистые виды личного  
транспорта**



**Велосипед**



**Электросамокат**



**Электромобиль**



**Покупайте вещи,  
сделанные из  
переработанных  
материалов:**

это позволит снизить  
потребность в новом сырье  
для производства новых  
предметов.

**По возможности  
экономьте свет  
и переходите  
на регулируемую  
подачу тепла**

**Так энергия не  
вырабатывается  
в пустую**



**Пользуйтесь  
аккумуляторами:**

ежегодно покупается  
миллиарды батареек,  
и лишь 30% из них сдаются  
на пункты утилизации.  
Аккумуляторы не только  
уменьшат количество  
опасного мусора, но  
и существенно сэкономят  
ваш бюджет.

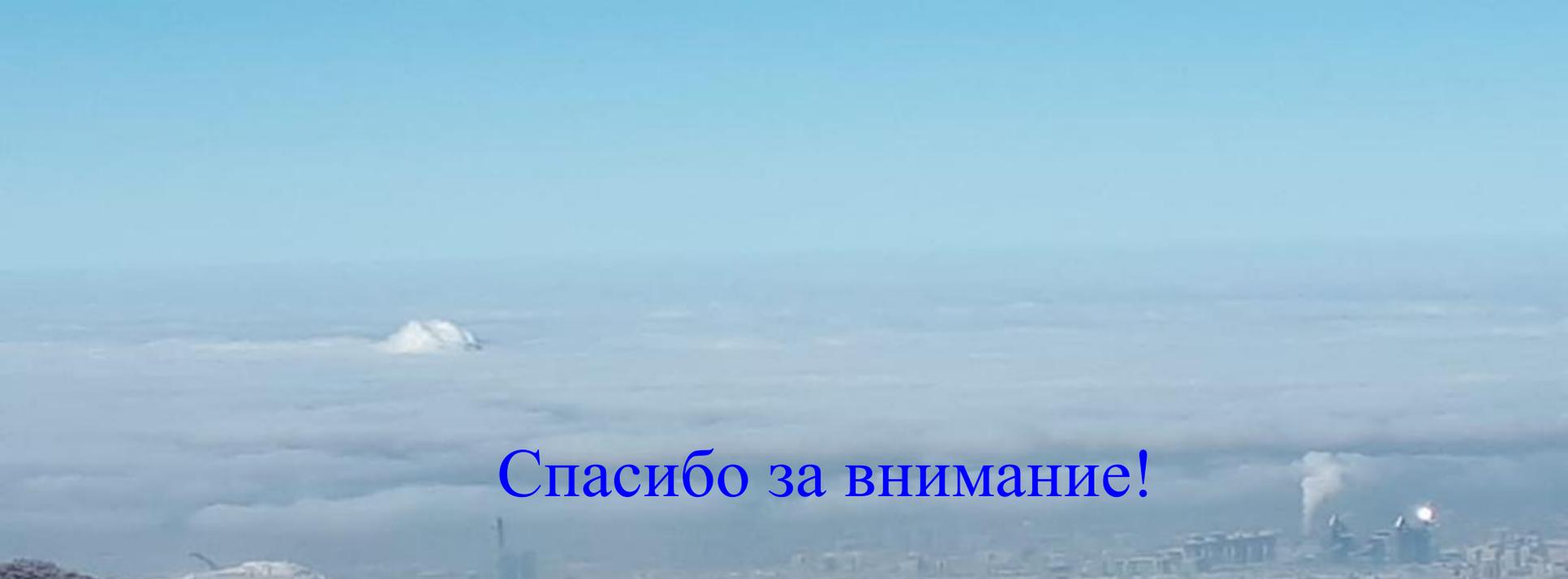
**Выключайте свет:**



не стоит держать свет  
и электрические приборы  
включенными, если в этом  
нет необходимости. Чем  
больше электроэнергии  
вы тратите, тем больше  
загрязняете воздух.

КАК МЫ УБИВАЕМ СЕБЯ

**SPUTNIK**



Спасибо за внимание!