

## **Самые загрязненные города мира: закономерности их размещения и факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха (2017–2020 гг.)**

*Дамдинсурэн Дайриймаа,*

*Холина Вероника Николаевна,*

*Российский университет дружбы народов (РУДН)*

*117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6*

*В статье приведены результаты исследования динамики размещения и уровня загрязнения воздуха в крупных городах мира, особое внимание уделено 30 самым загрязненным городам мира. Выявлено, что за период 2017–2020 гг. в целом уровень загрязнения атмосферного воздуха городов мира сократился. Среди регионов мира по числу самых загрязненных городов выделяются Южная Азия (где находится 27 городов из 30 самых загрязненных городов мира), Восточная Азия и Юго-Восточная Азия. Среди стран мира по числу самых загрязненных городов мира выделяются Индия (где находится 22 города из 30–и самых загрязненных городов мира), Китай, Пакистан, Бангладеш и Индонезия. Выявлены ведущие факторы формирования экологической обстановки в самых загрязненных городах мира в зависимости от их локализации: 1) выбросы транспортных средств (во всех городах); 2) выбросы промышленных площадок и заводов (во всех городах); 3) метеорологические условия (в городах Индии); 4) особенности хозяйственной деятельности – наличие кустарных печей для обжига кирпичей (в городах Бангладеш и Пакистана); 5) сжигание отходов и стерни сельскохозяйственных культур (в городах Индии); 6) трансграничное загрязнение (в городах Индии и Пакистана). Предложены варианты улучшения экологической обстановки в городах: 1) улучшить регулирование выбросов транспортных средств и промышленных площадок и заводов на местном уровне; 2) уделять приоритетное внимание устойчивым и чистым источникам энергии; 3) поощрять недорогие, активные и углеродно-нейтральные варианты передвижения; 4) использовать технологии и инициативы умных городов.*

**Ключевые слова:** *загрязнение атмосферы, самые загрязненные города мира, факторы формирования экологической обстановки, урбанизация, экономический рост.*

**JEL коды:** *Q53, Q56.*

# **The most Polluted Cities in the World: Patterns of their Location and Factors that Determine Air Pollution (2017-2020)**

*Damdinsuren Dairiimaa,*

*Kholina Veronika Nikolaevna*

*Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

*117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str., 6*

*The article presents the results of a study of the dynamics of the location and level of air pollution in large cities of the world, special attention is paid to the 30 most polluted cities in the world. It was revealed that for the period 2017–2020, in general, the level of air pollution in cities around the world has decreased. Among the regions of the world in terms of the number of the most polluted cities, South Asia (where 27 cities out of the 30 most polluted cities in the world are located), East Asia and Southeast Asia stand out. Among the countries of the world in terms of the number of the most polluted cities in the world, India (where 22 cities from the 30 most polluted cities in the world are located), China, Pakistan, Bangladesh and Indonesia stand out. The leading factors of the formation of the ecological situation in the most polluted cities of the world, depending on their localization, have been identified: 1) emissions of vehicles (in all cities); 2) emissions from industrial sites and factories (in all cities); 3) meteorological conditions (in the cities of India); 4) features of economic activity - the presence of artisanal kilns for baking bricks (in the cities of Bangladesh and Pakistan); 5) burning of waste and stubble of agricultural crops (in the cities of India); 6) transboundary pollution (in the cities of India and Pakistan). Options for improving the ecological situation in cities are proposed: 1) improve the regulation of emissions from vehicles and industrial sites and factories at the local level; 2) prioritize sustainable and clean energy sources; 3) promote low-cost, active and carbon-neutral travel options; 4) use technologies and initiatives of smart cities.*

**Keywords:** *air pollution, the most polluted cities in the world, environmental factors, urbanization, economic growth.*

## **Введение**

Загрязнение воздуха представляет собой одну из самых серьезных опасностей для здоровья людей во всем мире, вызывая около 7 млн преждевременных смертей ежегодно [8], почти половина из них – дети. Загрязнение воздуха обходится мировой экономике более чем в 2,9 трлн долларов в год (3,3% мирового ВВП); только из-за выбросов ископаемого топлива, а также способствует возникновению ряда серьезных экологических проблем [8]. Как правило, в городах мира уровень загрязнения воздуха высокий по сравнению с соседними территориями, города вносят наибольший вклад в загрязнение воздуха мира, в целом.

В настоящее время вопрос об изменении климата является очень актуальным, поэтому принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями выступает одной из целей устойчивого развития. Необходима охрана окружающей среды, в том числе атмосферного воздуха.

Нашей целью является определить региональные особенности размещения и концентрации городов с самым сильным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, выявить ведущие факторы загрязнения и рассмотреть возможные варианты устранения влияния выявленных факторов.

В ходе исследования были решены следующие задачи: исследован уровень загрязнения атмосферного воздуха в городах мира за 2017- 2020 гг., основываясь на данных компании IQAir [11], выявлены закономерности и причины размещения городов с самым высоким уровнем загрязнения по регионам и странам, а также факторы экологической обстановки в самых загрязненных городах мира в зависимости от их локализации.

## **Обзор литературы**

Компания IQAir ежегодно составляет и публикует списки городов с высоким уровнем загрязнения воздуха. Основным критерием для составления рейтинга загрязненных городов, является показатель PM<sub>2.5</sub> (взвешенные твердые

микрочастицы и мельчайшие капельки жидкости 2,5 мкм в диаметре). Данный показатель рассчитывается на основе имеющихся данных по стране или региону, взвешенных по численности населения: 
$$\frac{\sum(\text{Regional city population PM}_{2.5} \times \text{City population})}{\sum \text{population of City that has available data}}$$

[11].

Статистическую базу нашего исследования составили данные компании IQAir.

Экологическим проблемам городов посвящены исследования Всемирной организации здравоохранения, Некоммерческой организации Pure Earth (ранее Институт Блэксмита), Агентства Mercer Human, Организации Numbeo, Бета Гардинера и других организаций и ученых. В исследованиях ВОЗ для анализа грязных городов мира используются показатели PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> [3]. PM<sub>10</sub> – это частицы пыли, воды, содержащиеся в воздухе, диаметром менее 10 мкм, PM<sub>2,5</sub> это частицы вещества диаметром 2.5 мкм и менее. Частицы вещества диаметром 2,5 мкм составляют большую часть пыли и попадают глубоко в легкие, в отличие от более крупных частиц, которые попадают в нос, в рот или в горло [11], поэтому PM<sub>2.5</sub> является ключевым показателем. Статистическая база данных ВОЗ охватывает меньше городов, чем статистическая база данных IQAir. В исследованиях некоммерческой организации Pure Earth и агентства Mercer Human рассматриваются такие критерии, как численность населения, удаленность от источника загрязнения, содержание опасных и вредных частиц в окружающей среде, время распада веществ и радиационный фон [9]. По нашему мнению, разрозненность критериев оценивания усложняет сделать единый вывод для городов. Организация Numbeo в своем исследовании рассматривает загрязнение воды и воздуха как основные критерии оценивания [4]. Бет Гардинер посвятил свое исследование нахождению и рассмотрению подходов к снижению загрязнения воздуха [2].

Составляемые рейтинги изучаемых нами работ имеют некоторые недостатки: ограничение списка определенным числом, а не всеми «проблемными» городами и разрозненность критериев оценивания.

В нашей работе анализ проведен на основе самых новых и неограниченных небольшим числом городов данных, и критерий оценивания единый, рассмотрена динамика изменения уровня загрязнения воздуха в городах мира.

### **Динамика загрязнения в городах мира (2017-2020 гг.)**

Мы проанализировали 4744 города, имеющих в базе данных IQAir за 2017-2020 гг. [табл. 1]. Было выделено 5 групп городов, различающихся по показателю концентрации взвешенных частиц PM<sub>2.5</sub> в воздухе. Если показатель больше 35,4 мкг/м<sup>3</sup>, считается критическим для здоровья людей, если меньше 35,4 мкг/м<sup>3</sup> – нормальным. Как показал наш анализ:

1. В группу, где значение PM<sub>2.5</sub> от 0 до 10 мкг/м<sup>3</sup>, входило 35,7 % и 47,1 % города, в 2017 и 2020 гг., соответственно. В 2020 г. доля городов, входящих в данную группу, увеличилась на 11,4 %. В этой группе – самое большое количество городов.

2. В группу с низким уровнем загрязнения (PM<sub>2.5</sub> от 10,1 до 12 мкг/м<sup>3</sup>) входило 15,9 % и 14,3 % города, в 2017 и 2020 гг., соответственно. В эту группу входило меньше городов, чем в первую группу. Также в 2017 г. доля городов, входящих в эту группу, была больше на 1,6 %, чем в 2020 г.

3. В группу со средним уровнем загрязнения (PM<sub>2.5</sub> от 12,1 до 35,4 мкг/м<sup>3</sup>) входило 35,7 % и 32,7 % города, в 2017 и 2020 гг., соответственно. В 2020 г. доля городов, входящих в данную группу, уменьшилась на 3 %.

4. В группу с высоким уровнем загрязнения (PM<sub>2.5</sub> от 35,5 до 55,4 мкг/м<sup>3</sup>) входило 8,3 % и 4,6 % города, в 2017 и 2020 гг., соответственно. В 2020 г. доля городов, входящих в данную группу, уменьшилась на 3,7 %.

5. В группу с вредным уровнем загрязнения входило 4,4 % и 1,3 % города, в 2017 и 2020 гг., соответственно. В 2020 г. доля городов, входящих в данную группу, уменьшилась на 3,1 %.

За 2017-2020 гг. можно заметить то, что начиная с группы со средним уровнем загрязнения и в 2017 г., и в 2020 г., проценты резко уменьшаются, что имеет положительный характер. Данная группа является пороговой группой, то есть если город предпримет необходимые меры для уменьшения загрязнения атмосферного воздуха, то он может попасть в группу, где состояние атмосферного воздуха хорошее, а если город не предпримет необходимые меры для уменьшения загрязнения воздуха, то он попадет в группу, где состояние атмосферного воздуха вредно для здоровья. В группу со средним уровнем загрязнения входила большая доля городов в 2017 и 2020 гг., что означает: у многих городов есть возможность быстрее попасть в группу с низким уровнем загрязнения, чем другие города, у которых значение PM2.5 больше значения группы со средним уровнем загрязнения [табл. 1].

*Таблица 1*

**Распределение 4744 городов мира по значению PM2.5 в 2017 и 2020 гг.**

Номер группы	Название группы (по ранжированию значения PM2.5)	Значение PM2.5	Доля в группе, в 2017 г., %	Доля городов в группе, в 2020 г., %
1	Цель ВОЗ	0 – 10 мкг/м <sup>3</sup>	35,7 %	47,1 %
2	Города с низким уровнем загрязнения	10,1 – 12 мкг/м <sup>3</sup>	15,9 %	14,3 %
3	Города со средним уровнем загрязнения	12,1 – 35,4 мкг/м <sup>3</sup>	35,7 %	32,7 %
4	Города с высоким уровнем загрязнения	35,5 – 55,4 мкг/м <sup>3</sup>	8,3 %	4,6 %
5	Города с вредным уровнем загрязнения	55,5 – 150,4 мкг/м <sup>3</sup>	4,4 %	1,3 %
	ИТОГО		100 %	100 %

*Источник:* составлено авторами по [11].

### Ranking of 4744 cities in the world by PM2.5 value in 2017 and 2020

Group number	Group name (according to PM2.5 value ranking)	PM2.5 value	The number of cities in the group in 2017, %	The number of cities in the group in 2020, %
1	WHO target	0 – 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35,73 %	47,05 %
2	Good	10,1 – 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15,92 %	14,33 %
3	Moderate	12,1 – 35,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35,72 %	32,67 %
4	Unhealthy for sensitive groups	35,5 – 55,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8,25 %	4,64 %
5	Unhealthy	55,5 – 150,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,38 %	1,31 %
TOTAL			100 %	100 %

Source: compiled by the authors on [11].

Таким образом, по всем группам, у которых значение PM2.5 больше нормативов, в 2020 г. уменьшилась доля городов, входящих в данные группы, по сравнению с 2017 г., а по первой группе «Цель ВОЗ» в 2020 г. увеличилась доля городов, входящих в данную группу по сравнению с 2017 г. Из этого можно сделать вывод о том, что уровень загрязнения атмосферного воздуха в 2020 г. снизился по сравнению с 2017 г. Главный фактор, повлиявший на уменьшение уровня загрязнения воздуха – это пандемия COVID-19. В 2020 г. была пандемия COVID 19 во многих странах мира, в первую очередь в Китае, как основном загрязнителе мировой атмосферы, где несколько месяцев не работали промышленные предприятия. Но это не абсолютный вывод, так как в 2017 г. число городов, по которому имелись данные об уровне загрязнения воздуха, было меньше, чем в 2020 г.

### Самые загрязненные города мира и их распределение по регионам, 2017–2020 гг.

За 2017-2020 гг. все 30 самых загрязненных городов мира находились в Азии. Причем они сконцентрированы в пяти странах: в трех странах Южной Азии (Индия, Пакистан и Бангладеш), в одной стране Восточной Азии (Китай), и в одной стране

Юго-Восточной Азии (Индонезия). В Южной Азии находится 27 самых загрязненных городов мира. В целом регионы Южной и Восточной Азии являются самыми загрязненными в мире [табл. 2].

Индия лидирует по числу самых загрязненных городов [табл. 2]. Также Индия занимает третье место среди самых загрязненных стран мира [12]. В 2017 и 2020 гг. в Индии находилось 20 и 22 города из самых загрязненных городов мира, соответственно [11].

За 2017- 2020 гг. число самых загрязненных городов в Китае сократилось в 4,5 раза – с 9 до 2 [11]. Главным фактором такого изменения являются предпринимаемые правительством Китая в последние годы меры и пандемия COVID 19, появившаяся в Китае в ноябре 2019 г. Меры, предпринятые китайским правительством против загрязнения атмосферы, включают внедрение технологии промывки угля и экологически чистых технологий сжигания угля, взимание сбора за выброс в атмосферу двуокиси серы и других вредных веществ.

Наоборот, в Пакистане, Бангладеш и Индонезии число загрязненных городов увеличилось в 2020 г. по сравнению с 2017 г. [табл. 2]. Причем Бангладеш и Пакистан лидируют в списке самых загрязненных городов мира, а Индонезия занимает 9 место [12].

*Таблица 2*

**Распределение самых загрязненных городов мира по регионам мира  
в 2017 и 2020 гг.**

<b>Страны</b>	<b>Регион</b>	<b>Число загрязненных городов в 2017 г.</b>	<b>Число загрязненных городов в 2020 г.</b>
Индия	Южная Азия	20	22
Китай	Восточная Азия	9	2
Пакистан	Южная Азия	1	3
Бангладеш	Южная Азия	0	2
Индонезия	Юго-Восточная Азия	0	1
Итого		30	30

*Источник:* составлено авторами по [11].

**Distribution of the most polluted cities in the world by regions of the world  
in 2017 and 2020**

<b>Countries</b>	<b>Region</b>	<b>The number of polluted cities in 2017</b>	<b>Number of polluted cities in 2020</b>
India	South Asia	20	22
China	East Asia	9	2
Pakistan	South Asia	1	3
Bangladesh	South Asia	0	2
Indonesia	Southeast Asia	0	1
TOTAL		30	30

*Source:* compiled by the authors on [11].

**Факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха, в самых  
загрязненных городах мира**

На графике (Рис. 1.) показаны 30 самых загрязненных городов мира и значения PM<sub>2.5</sub> в этих городах в 2020 г. Все города входят в пятую группу по значению PM<sub>2.5</sub> [11]. На графике можно заметить, что значения PM<sub>2.5</sub> в этих городах значительно превышают значения первой группы «Цель ВОЗ», минимум в 7,3 раза и максимум в 11 раз.

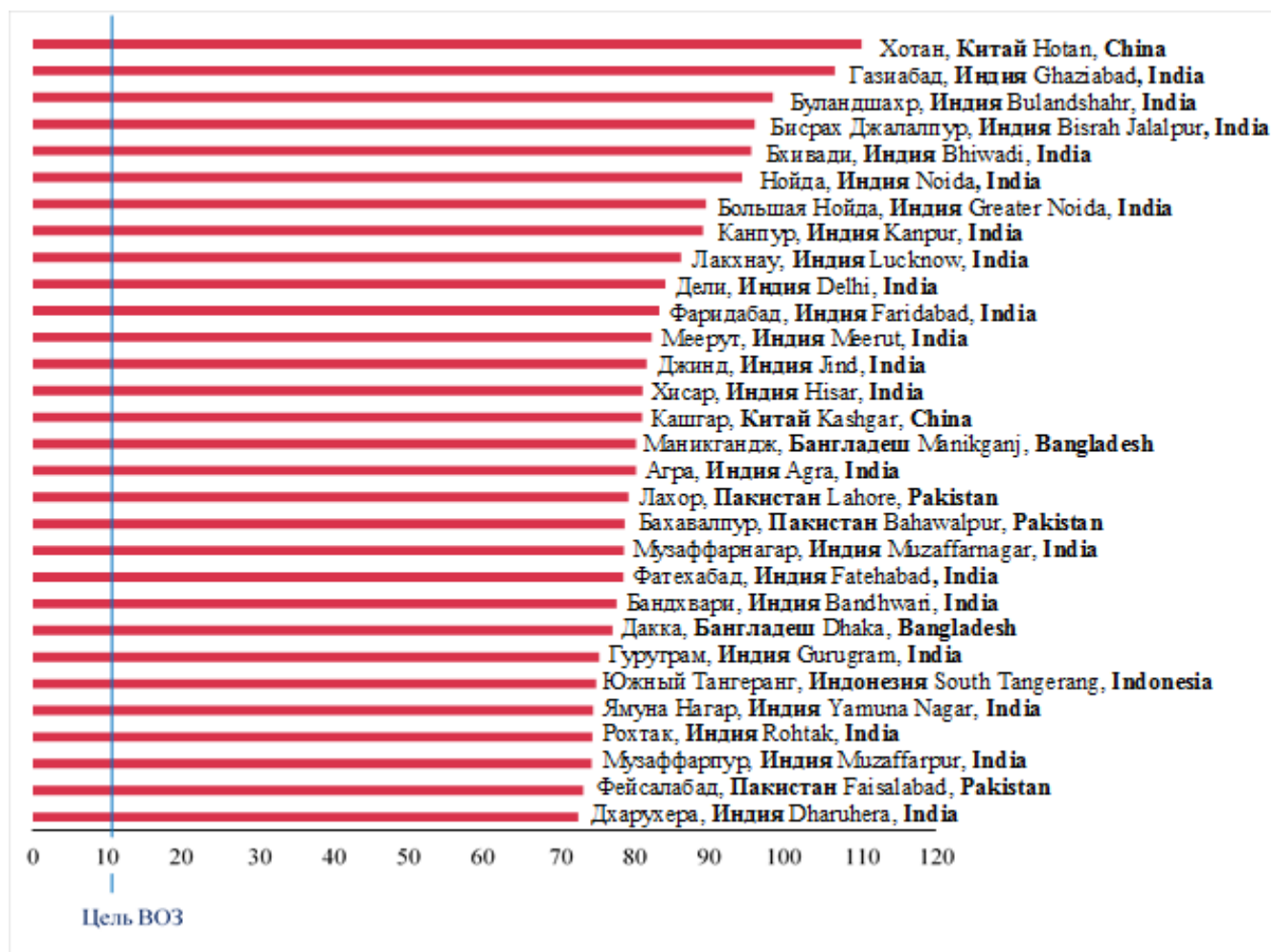


Рис 1. 30 самых загрязненных городов мира в 2020 г. по уровню загрязнения.

Источник: составлено авторами по [11].

Fig 1. The 30 most polluted cities in the world in 2020 by the level of pollution.

Source: compiled by the authors on [11].

В Китае находится 2 города из 30 самых загрязненных городов мира. Это – Хотан и Кашгар [табл. 2]. Китайский город Хотан лидирует в списке самых загрязненных городов мира и для него значение  $PM_{2.5}$  составляет  $110,2 \text{ мкг/м}^3$  в 2020 г. В 2017 г. это значение составляло  $91,9 \text{ мкг/м}^3$ , то есть в 2020 г. значение  $PM_{2.5}$  увеличилось на  $18,3 \text{ мкг/м}^3$ . В Хотане, как и в других городах Китая, загрязнение атмосферного воздуха во многом связано с быстрым ростом промышленных площадок и заводов в последние годы, в результате чего

происходит увеличение количества химических загрязнителей и опасных твердых частиц, появляющихся в воздухе. За 2008-2020 гг. число промышленных площадок и заводов в Хотане выросло на 58 тыс., а только за 2017-2020 гг. на 36 тыс. [6]. Еще одним и при этом основным источником загрязнения атмосферного воздуха являются пыльные бури, которые делают воздух чрезвычайно загрязненным и опасным для дыхания. Город Кашгар занимает 15-ое место среди 30 самых загрязненных городов мира и для него значение PM<sub>2.5</sub> составило 81 мкг/м<sup>3</sup> в 2020 г. В 2017 г. это значение составляло 97,5 мкг/м<sup>3</sup>, то есть в 2020 г. значение PM<sub>2.5</sub> уменьшилось на 16,5 мкг/м<sup>3</sup>. В Кашгаре большая часть загрязнения поступает в основном из естественных источников. Кроме того, следует учитывать и промышленный аспект. По [5] за 2008-2020 гг. число промышленных площадок и заводов в Кашгаре выросло на 23,6 тыс., но начиная с 2017 г. число промышленных площадок и заводов резко уменьшается. Только за 2017-2020 гг. оно уменьшилось на 27,7 тыс. и это, в свою очередь, повлияло на уменьшение значения PM<sub>2.5</sub> за 2017-2020 гг.

В Индии находится 22 города из 30 самых загрязненных городов мира, 9 из них входит в первую десятку, в том числе столица Индии [табл. 2]. Как показал проведенный нами анализ, основными и общими факторами загрязнения воздуха для этих городов выступают выбросы, связанные с использованием большого числа транспортных средств, в том числе устаревших и использующих топливо низкого качества, выбросы промышленных площадок и заводов, метеорологические и природные условия, в том числе местоположение города, сильная жара, смена сезонов и городской рельеф, сжигание различных отходов и стерни сельскохозяйственных культур, сжигание угля для приготовления пищи и обогрева, строительные площадки и связанные с ними пыли, отсутствие регулирования.

Загрязнение, связанное с использованием транспортных средств, в основном характерно для наиболее загрязненных городов Индии – Газиабад, Бхивади, Дели, Нойда, Большая Нойда, Канпур, Лакхнау, Фаридабад, Меерут, Хисар, Агра.

Выбросы промышленных площадок и заводов, в основном характерны для таких городов, как Газиабад, Бхивади, Дели, Нойда, Канпур, Меерут, Рохтак и Дхарухера.

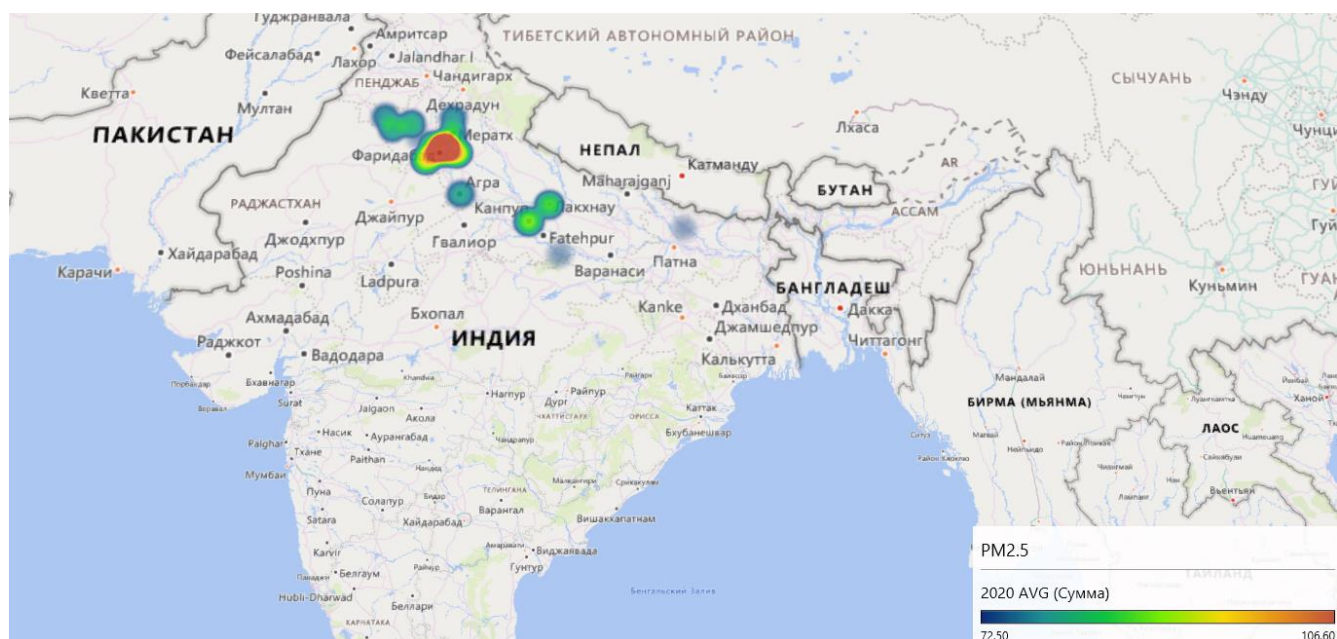
Метеорологические и природные условия. Такой фактор, определяющий загрязнение атмосферного воздуха, в основном характерен для Газибада, Буландшехра, Большой Нойды, Дели, Агры и Рохтака.

Сжигание отходов различного вида и урожая и стерни сельскохозяйственной культуры характерно для таких городов, как Нойда, Большая Нойда, Меерут, Агра, Джинд, Хисар, Музаффарнагар и Рохтак.

Сжигание угля и дров для приготовления пищи и обогрева в основном наблюдается в Большой Нойде, Канпуре и Музаффарнагаре.

Загрязнение, связанное со строительством, характерно преимущественно для Хисара, Джинда, Агры, Музаффарнагара и Гуруграма.

На карте (рис. 2.) показаны самые загрязненные города Индии и их значение  $PM_{2.5}$ . Можно заметить то, что они находятся в непосредственной близости друг от друга. В штате Уттар Прадеш находится 11 таких городов из 22 самых загрязненных городов Индии (Агра, Нойда, Газиабад, Большая Нойда, Буландшахр, Канпур, Ямуна, Лакхнау, Меерут, Музаффарнагар и Бисрах Джалалпур). В штате Харьяна находится 8 таких городов (Фаридабед, Джинд, Хисар, Фатехабед, Рохтак, Бандхвари, Гуруграм и Дхарухера). Самые загрязненные города расположены также в штате Бихар (Музаффарпур), в национальной столичной территории Дели (Дели), в штате Раджастхан (Бхивади).



*Рис 2.* Самые загрязненные города Индии в 2020 г.

*Источник:* составлено авторами по [11].

*Fig 2.* Most polluted cities in India in 2020.

*Source:* compiled by the authors on [11].

Таким образом, факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха в самых загрязненных городах Индии, в общем можно разделить на факторы, связанные с метеорологическими и природными условиями, и антропогенные факторы. Загрязнение атмосферного воздуха в городе состоит из множества факторов и уровень влияния факторов на загрязнение воздуха различается по городам. В одном метеорологические условия выделяются самым основным фактором, в другом – выбросы транспортных средств. Выше выделенные факторы являются общими почти для всех городов. Выбросы транспортных средств и выбросы промышленных площадок и заводов являются самыми характерными для множества городов. Также можно заметить то, что выделенные факторы влияют друг на друга, то есть антропогенные факторы вызывают природные, а природные факторы усугубляют влияние антропогенных на загрязнение атмосферного воздуха. Проведенный нами анализ показал, что самые загрязненные города Индии

взаимовлияют и наблюдается импорт загрязнений из внешних источников, так как они находятся в непосредственной близости друг от друга. У загрязнения воздуха нет границ.

В Пакистане находится 3 города из 30 самых загрязненных городов мира (табл. 2). Это Лахор, Бахавалпур и Фейсалабад. Они занимают 18, 19 и 29 место, соответственно. Общими факторами для самых загрязненных городов Пакистана являются выбросы транспортных средств, большинство которых старые и используют топливо низкого качества, выбросы промышленных площадок и заводов, пыль со строительных площадок и тысячи печей для обжига кирпича. В целом, транспортное сообщение является основным источником быстрорастущих выбросов PM<sub>2.5</sub> в Пакистане.

В Бангладеш находится 2 города из 30 самых загрязненных городов мира, в том числе столица Бангладеш – Дакка (23 место). Дакка сталкивается с проблемами загрязнения со всех сторон, в том числе с выбросами транспортных средств, поскольку город является густонаселенным. Есть также промышленная часть города, которая способствует постоянно растущему уровню загрязнения. Известно, что из-за экономического бума и последующего увеличения спроса печи в Дакке производят миллиарды кирпичей каждый год, часто полагаясь на нерегулируемые источники топлива для выработки энергии (например сжигание угля, древесины и любых других горючих материалов), которые могут выделять чрезмерное количество вредных паров и дыма в атмосферу. Самый загрязненный город Бангладеш – это Маникгандж (16 место среди 30 самых загрязненных городов мира). Здесь тремя основными источниками загрязнения воздуха являются печи для обжига кирпича, выбросы от транспортных средств и пыль со строительных площадок.

В Индонезии находится один город из 30 самых загрязненных городов мира. Это Южный Тангеранг, и он занимает 25 место среди самых загрязненных городов мира. Южный Тангеранг находится в непосредственной близости от столицы –

Джакарты. Основными причинами высокого уровня загрязнения могут быть выбросы от личного транспорта, используемого маятниковыми мигрантами. Помимо этого, Южный Тангеранг окружен кольцом электростанций, работающих на ископаемом топливе.

Проведенный нами анализ показал следующие:

1. страны, где находятся самые загрязненные города мира, являются развивающимися странами, поэтому здесь урбанизация идет очень быстрыми темпами;

2. страны, где находятся самые загрязненные города мира, являются густонаселенными странами, поэтому влияние большое;

3. Из-за местоположений городов влияние метеорологических и природных условий на загрязнение воздуха также большое;

4. Большинство городов является растущим, поэтому число промышленных площадок постоянно, иногда резко, растет, из-за этого выбросы промышленных площадок и заводов представляют собой один из основных факторов, определяющих загрязнение воздуха;

5. Так как страны, где находятся самые загрязненные города мира, являются густонаселенными странами, наблюдается значительное влияние антропогенных факторов на загрязнение воздуха. При этом выбросы транспортных средств представляют собой один из основных факторов, определяющих загрязнение воздуха. Проблемой оказываются и устаревшие транспортные средства;

6. Загрязнение в городах влияет на изменение климата. О наоборот.

Согласно докладу «Перспективы мировой экономики» Всемирного банка, экономики стран Восточной и Южной Азии, в том числе экономики Китая и Индии, на данный момент являются самыми быстрорастущими среди крупнейших экономик мира [10]. Это, в свою очередь, вызывает концентрацию и рост промышленных заводов в городах этих регионов. Как было отмечено выше, регионы Южной и Восточной Азии являются самыми загрязненными в мире.

Мы считаем, что для улучшения состояний городов необходимо предпринять следующие меры:

1. Требуется строгое и тщательное регулирование выбросов транспортных средств и промышленных площадок и заводов на местном уровне;
2. Так как загрязнение воздуха в одном городе влияет на загрязнение воздуха в другом, нужны совместные действия и государственное регулирование;
3. Правительствам нужно уделять приоритетное внимание устойчивым и чистым источникам энергии;
4. Городам необходимо поощрять недорогие, активные и углеродно-нейтральные варианты передвижения, такие как ходьба, езда на велосипеде и доступный общественный транспорт;
5. Умные города – это будущие города. Нужно использовать технологии и инициативы умных городов для уменьшения загрязнения воздуха;
6. Нужно коллективное осознание того, что мы принимаем загрязненный воздух.

### **Заключение**

Пространственные закономерности размещения городов мира с самым загрязненным воздухом отражают существующий тренд сдвига индустриального производства в Азию. Среди регионов мира Южная Азия лидирует по числу самых загрязненных городов мира, а среди стран – Индия. Составленная карта, отражающая размещение самых загрязнённых городов Индии в 2020 г., выявляет штаты их концентрации: Уттар Прадеш, Харьяна, Бихар, Дели и Раджастхан.

Выявлены ведущие факторы формирования экологической обстановки в городах в зависимости от их локализации: выбросы транспортных средств, выбросы промышленных площадок и заводов, метеорологические условия, печи для обжига кирпичей, сжигание отходов и стерни сельскохозяйственной культуры, трансграничное загрязнение (импорт загрязнений из внешних источников из-за неблагоприятного эколого-географического положения) и изменение климата.

Для обеспечения качества атмосферного воздуха и войти в группу «Цель ВОЗ» в самых загрязненных городах мира требуется сократить вредные выбросы минимум в 7,3 раза и максимум в 11 раз. Поэтому, чтобы достичь «Цель ВОЗ», городам нужно кардинальное изменение, и правительства городов должны улучшить свои системы регулирования.

### Список литературы

1. Bernhardt A., Caravanos J., Fuller R., Leahy S., Pradhan A. India. Pollution knows no borders, 2019 [Электронный ресурс]. URL: [www.pureearth.org/pollution-knows-no-borders/](http://www.pureearth.org/pollution-knows-no-borders/) (дата обращения: 20.04.2021).
2. Gardiner B. Actions to reduce leading sources of air pollution // LMIC Urban Air Pollution Solutions, 2019. – pp. 11-17 [Электронный ресурс]. URL: [https://breathelife2030.org/wpcontent/uploads/2019/08/USAID\\_APSolutionsDoc\\_070219.pdf](https://breathelife2030.org/wpcontent/uploads/2019/08/USAID_APSolutionsDoc_070219.pdf) (дата обращения: 20.04.2021).
3. Глобальная база данных о загрязнении атмосферного воздуха в городах // World Health Organization [Электронный ресурс]. URL: [www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/cities/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/) (дата обращения: 30.04.2021).
4. Индекс загрязнения по городам // Numbeo [Электронный ресурс]. URL: [www.numbeo.com/pollution/rankings.jsp?title=2020](http://www.numbeo.com/pollution/rankings.jsp?title=2020) (дата обращения: 25.04.2021).
5. Китай: Количество предприятий: Промышленное: Синьцзян: Кашгар // CEIC [Электронный ресурс]. URL: [www.ceicdata.com/en/china/no-of-industrial-enterprise-prefecture-level-region/cn-no-of-enterprise-industrial-xinjiang-kashi](http://www.ceicdata.com/en/china/no-of-industrial-enterprise-prefecture-level-region/cn-no-of-enterprise-industrial-xinjiang-kashi) (дата обращения: 30.04.2021).
6. Number of Enterprise: Industrial: Xinjiang: Hotan // Hotan Municipal Bureau of Statistics [Электронный ресурс]. URL: [www.ceicdata.com/en/china/no-of-industrial-enterprise-prefecture-level-region/cn-no-of-enterprise-industrial-xinjiang-hotan](http://www.ceicdata.com/en/china/no-of-industrial-enterprise-prefecture-level-region/cn-no-of-enterprise-industrial-xinjiang-hotan) (дата обращения: 30.04.2021).

7. Number of registered motor vehicles across Delhi in India from 1988 to 2020 // STATISTA. [Электронный ресурс]. URL: [www.statista.com/statistics/665712/total-number-of-vehicles-registered-in-delhi-india/](http://www.statista.com/statistics/665712/total-number-of-vehicles-registered-in-delhi-india/) (дата обращения: 25.04.2021).
8. Global map of PM2.5 exposure by city in 2020 // IQAir [Электронный ресурс]. URL: [www.iqair.com/world-air-quality-report](http://www.iqair.com/world-air-quality-report) (дата обращения: 20.04.2021).
9. Pure Earth [Электронный ресурс]. URL: [www.pureearth.org/](http://www.pureearth.org/) (дата обращения: 30.04.2021).
10. Global Economic Prospects // The World Bank [Электронный ресурс]. URL: [www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects](http://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects) (дата обращения: 25.04.2021).
11. World's most polluted cities 2020 // IQAir [Электронный ресурс]. URL: [www.iqair.com/ru/world-most-polluted-cities](http://www.iqair.com/ru/world-most-polluted-cities) (дата обращения: 20.04.2021).
12. World's most polluted countries 2020 // IQAir [Электронный ресурс]. URL: [www.iqair.com/world-most-polluted-countries](http://www.iqair.com/world-most-polluted-countries) (дата обращения: 20.04.2021)

### **References**

1. Bernhardt A., Caravanos J., Fuller R., Leahy S., Pradhan A. India. Pollution knows no borders, 2019. Available at: [www.pureearth.org/pollution-knows-no-borders/](http://www.pureearth.org/pollution-knows-no-borders/) (accessed: 20.04.2021).
2. Gardiner B. Actions to reduce leading sources of air pollution. // LMIC Urban Air Pollution Solutions, 2019, pp. 11-17. Available at: [https://breathelife2030.org/wpcontent/uploads/2019/08/USAID\\_APSolutionsDoc\\_070219.pdf](https://breathelife2030.org/wpcontent/uploads/2019/08/USAID_APSolutionsDoc_070219.pdf). (accessed: 20.04.2021).
3. Global'naya baza dannyh o zagryaznenii atmosfernogo vozduha v gorodah [Global Urban Air Pollution Database]. World Health Organization. Available at: [www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/cities/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/) (accessed: 30.04.2021).
4. Indeks zagryazneniya po gorodam [Pollution index by city]. Numbeo. Available at: [www.numbeo.com/pollution/rankings.jsp?title=2020](http://www.numbeo.com/pollution/rankings.jsp?title=2020). (accessed: 25.04.2021).

5. Kitaj: Kolichestvo predpriyatij: Promyshlennoe: Sin'cзыan: Kashgar [China: Number of enterprises: Industrial: Xinjiang: Kashgar]. CEIC. Available at: [www.ceicdata.com/en/china/no-of-industrial-enterprise-prefecture-level-region/cn-no-of-enterprise-industrial-xinjiang-kashi](http://www.ceicdata.com/en/china/no-of-industrial-enterprise-prefecture-level-region/cn-no-of-enterprise-industrial-xinjiang-kashi) (accessed: 30.04.2021).
6. Number of Enterprise: Industrial: Xinjiang: Hotan. Hotan Municipal Bureau of Statistics. Available at: [www.ceicdata.com/en/china/no-of-industrial-enterprise-prefecture-level-region/cn-no-of-enterprise-industrial-xinjiang-hotan](http://www.ceicdata.com/en/china/no-of-industrial-enterprise-prefecture-level-region/cn-no-of-enterprise-industrial-xinjiang-hotan) (accessed: 30.04.2021).
7. Number of registered motor vehicles across Delhi in India from 1988 to 2020. STATISTA. Available at: [www.statista.com/statistics/665712/total-number-of-vehicles-registered-in-delhi-india/](http://www.statista.com/statistics/665712/total-number-of-vehicles-registered-in-delhi-india/) (accessed: 25.04.2021).
8. Global map of PM2.5 exposure by city in 2020. IQAir. Available at: [www.iqair.com/world-air-quality-report](http://www.iqair.com/world-air-quality-report) (accessed: 20.04.2021).
9. Pure Earth. Available at: [www.pureearth.org/](http://www.pureearth.org/) (accessed: 30.04.2021).
10. Global Economic Prospects. The World Bank. Available at: [www.vsemirnyjbank.org/ru/publication/global-economic-prospects](http://www.vsemirnyjbank.org/ru/publication/global-economic-prospects) (accessed: 25.04.2021).
11. World's most polluted cities 2020. IQAir. Available at: [www.iqair.com/ru/world-most-polluted-cities](http://www.iqair.com/ru/world-most-polluted-cities) (accessed: 20.04.2021).
12. World's most polluted countries 2020. IQAir. Available at: [www.iqair.com/world-most-polluted-countries](http://www.iqair.com/world-most-polluted-countries) (accessed: 20.04.2021).

© Дамдинсурэн Дайриймаа, Холина Вероника Николаевна, 2021 г.