

Оценка влияния рассеивающей способности атмосферы на её загрязнение, на примере городов Ижевск и Хабаровск

Е.В. Дахова, А.И. Лукьянов, С.И. Тукмачёва

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

Аннотация: В статье проведена сравнительная характеристика городов Ижевск и Хабаровск по разным критериям, проведена оценка качества атмосферного воздуха по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) и его динамика, рассчитан усовершенствованный показатель рассеивающей способности атмосферы (УМПА). По большинству показателей города очень похожи и сопоставимы, за исключением выбросов от стационарных источников, которые в Хабаровске выше в 3-4 раза. УМПА города Ижевска соответствуют зоне с благоприятными условиями для рассеивания примесей, однако показатели близки к границе данного критерия ($УМПА \geq 3,5$), в городе Хабаровске благоприятные условия рассеивания примесей. Это объясняет почему при многократно превышающих выбросах, ИЗА в обоих городах находятся на сопоставимых уровнях.

Ключевые слова: индекс загрязнения атмосферы, усовершенствованный показатель рассеивающей способности атмосферы, загрязнение, атмосфера, устойчивое развитие.

Из всех сред, подвергающихся техногенному воздействию, наиболее нестабильная, сложная в оценке, и представляющая дальнейшую нагрузку для иных сред – является воздушная среда. Качество атмосферного воздуха напрямую влияет как на компоненты естественных экосистем, так и на здоровье человека. По данным ВОЗ, качество атмосферного воздуха напрямую влияет на процент заболеваемости и смертности по группе сердечно-сосудистых, респираторных, онкологических болезней. Данный риск обусловлен воздействием твердых частиц (PM 2,5 и PM 10) и химических соединений агрессивной природы, таких, как кислотные оксиды [1]. В частных случаях стоит упомянуть о чрезвычайно опасных веществах (1 класс опасности), например, таких, как бенз(а)пирен.

Исследование качества атмосферного воздуха в среде населенных пунктов является актуальным вопросом современной экологии, как на внутренне российском уровне, так в международном сообществе. Данные исследования проводятся чаще всего для двух направлений применения, это комплексное и устойчивое развитие территорий (строительство, урбанистика,

транспорт, развитие промышленного сектора) [2 – 4], или для решения существующих проблем качества окружающей среды [5 – 8].

Цель данной работы - провести сравнение качества атмосферного воздуха и метеорологических показателей в городах Ижевск и Хабаровск, через анализ данных по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) и усовершенствованному показателю рассеивающей способности атмосферы (УМПА).

Для проведения исследования был сделан анализ официальных данных на основе изучения Государственных докладов о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации, г. Хабаровск, г. Ижевск за период 2014-2022 года (Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края, Государственные доклады Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации), проведены расчеты показателей: усовершенствованного метеорологического потенциала самоочищения атмосферы и коэффициента самоочищения атмосферы. Данные города были выбраны в связи с тем, что они разобщены территориально, имеют различия в уровне промышленности и городской инфраструктуре, и относительное сходство в количестве населения и климатическом составляющей.

Далее приведена сравнительная характеристика городов на основании данных государственных докладов и информации из открытых источников (табл. 1).

Как видно из сравнения, города очень похожи и сопоставимы, за исключением выбросов от стационарных источников, которые в Хабаровске выше в 3-4 раза, что связано с типом промышленных источников и наличием систем пылегазоочистки.

Для сравнения степени загрязнения атмосферы были рассчитаны ИЗА по утвержденной методике (Приказ Минприроды России от 17.02.2022 N 106

"Об утверждении методики определения высокого и очень высокого загрязнения атмосферного воздуха"), результаты представлены на рис. 1, 2.

Таблица № 1.

Сравнительная характеристика городов Ижевск и Хабаровск

№	Характеристика	Ижевск	Хабаровск
1	Площадь, км ²	316,6	389, в том числе на правобережье 230 и на левобережье 159.
2	Климат	Умеренный континентальный климат, но с более мягкими зимами и более прохладным летом. Среднегодовая температура, 2,9 °С.	Умеренный континентальный климат с холодной зимой и теплым летом. Муссонная дальневосточная область. Среднегодовая температура, 2,2 °С.
3	Рельеф	Находится на всхолмленной равнине, окруженной лесами и озерами.	Расположен на равнине вдоль реки Амур, окруженной горами и лесами, присутствует холмистость.
4	Численность населения в 2022 году, человек	620591	617168
5	Выбросы от стационарных источников за 2020 – 2022 год.	2020 – 10573 т/год, 2021 – 15077 т/год, 2022 – 11318 т/год.	2020 – 39759 т/год, 2021 – 38414 т/год, 2022 – 42279 т/год.
6	Количество автотранспорта на 1000 чел. (по данным 2019 года).	299,4	272,5

Показатель ИЗА рассчитывается как сумма пяти наибольших парциальных индексов, являющихся суммой среднегодовых значений концентраций (в долях ПДК, с соотношением класса опасности каждого загрязняющего вещества с классом опасности диоксида серы) пяти загрязняющих веществ, которые вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха города.

В соответствии с существующими методами оценки, уровень загрязнения считается низким при ИЗА от 1 до 4, повышенным от 5 до 6, высоким – от 7 до 13, очень высоким при больше или равном 14.

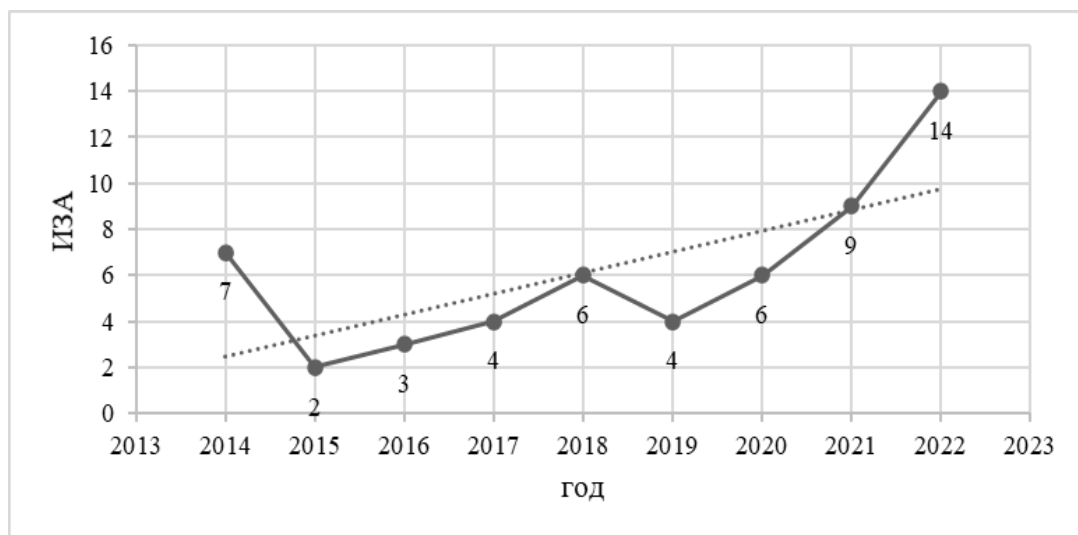


Рис. 1. – Уровень загрязнения воздуха в Ижевске

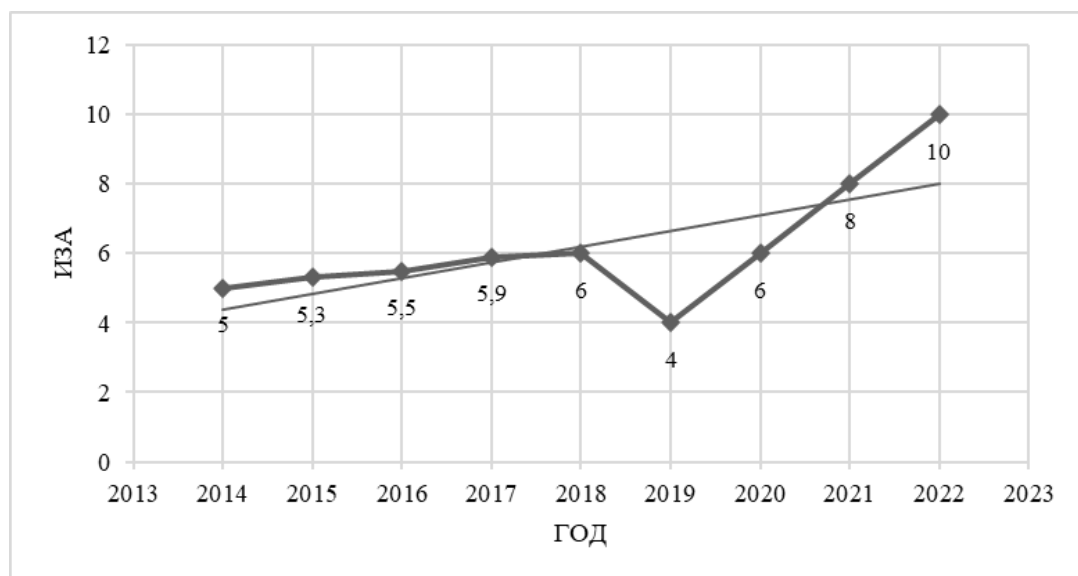


Рис. 2. – Уровень загрязнения воздуха в Хабаровске

ИЗА в Хабаровске и Ижевске сопоставимы, и в последние годы относятся к высокому уровню загрязнения, в 2022 году в Ижевске к очень высокому уровню. При этом выбросы от стационарных источников в Хабаровске в несколько раз выше. Для оценки влияния климатических

факторов использован метод на основе усовершенствованного показателя рассеивающей способности атмосферы, разработанный ФГБУ «СибНИГМИ», на основе анализа и обобщения существующих методов оценки рассеивающей способности атмосферы [9, 10].

Показатель УМПА рассчитывается по формуле:

$$УМПА = K_t + K_v + K_{осад}$$

где K_t – коэффициент теплообеспеченности; K_v – коэффициент ветра; $K_{осад}$ – коэффициент осадков.

На основании методики проведены расчеты с применением Excel, исходные данные взяты из Свода правил СП 131.13330.2020 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология". Промежуточные и итоговые результаты сведены в табл. 2.

Таблица № 2

Расчётные коэффициенты и УМПА

Расчитанный коэффициент	Ижевск	Хабаровск
K_t	1,67	1,47
K_v	0,58	2,60
$K_{осад}$	1,3	1,69
Усовершенствованный метеорологический потенциал самоочистения атмосферы (УМПА)	3,55	5,76
Коэффициент самоочистения атмосферы (К), как 1/УМПА	0,28	0,17

УМПА города Ижевска соответствуют зоне с благоприятными условиями для рассеивания примесей, однако показатели близки к границе данного критерия ($УМПА \geq 3,5$), в городе Хабаровске благоприятные условия рассеивания примесей. Это объясняет, почему при многократно превышающих выбросах, ИЗА в обоих городах находятся на сопоставимых уровнях. Индекс УМПА может быть использован при комплексной оценке территории, изучении условий для устойчивого развития и определения

промышленного потенциала для развития, без ущерба для качества атмосферного воздуха.

Литература

1. Загрязнение атмосферного воздуха (воздуха вне помещений) // Всемирная организация здравоохранения. URL: [who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
 2. Хаймин Д.И., Шеина С.Г. Территории комплексного устойчивого развития в г. Ростов-на-Дону // Инженерный вестник Дона, 2022, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2022/7590
 3. Пасько Е.А., Шеина С.Г. Экологические технологии при строительстве студенческих кампусов // Инженерный вестник Дона, 2023, №11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2023/8783
 4. Ибрагимова А.А., Шагидуллин А.Р., Габдрахимова В.А., Шагидуллина Р.А., Шагидуллин Р.Р. Пространственно - дифференцированная оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками в г. Казани // Российский журнал прикладной экологии. 2021. №3 (27). URL: cyberleninka.ru/article/n/prostranstvenno-differentsirovannaya-otsenka-urovnya-zagryazneniya-atmosfernogo-vozdruha-statsionarnymi-istochnikami-v-g-kazani
 5. Yavuz, V. An analysis of atmospheric stability indices and parameters under air pollution conditions. *Environ Monit Assess* 195, 934 (2023). doi.org/10.1007/s10661-023-11556-4
 6. Zhu, T., Tang, M., Gao, M. et al. Recent Progress in Atmospheric Chemistry Research in China: Establishing a Theoretical Framework for the “Air Pollution Complex”. *Adv. Atmos. Sci.* 40, 1339–1361 (2023). doi.org/10.1007/s00376-023-2379-0
 7. Hong, W.Y. Meteorological variability and predictive forecasting of atmospheric particulate pollution. *Sci Rep* 14, 14 (2024). doi.org/10.1038/s41598-023-41906-8.
-

8. Бронский В.А., Солопова В.А., Хисанова Э.Р. Влияние медно-серного комбината на повышение индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) г. Медногорска // Инновационная наука. 2020. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-medno-sernogo-kombinata-na-povyshenie-indeksa-zagryazneniya-atmosfery-iza-g-mednogorska.

9. Морозов А.Е., Стародубцева Н.И. Метеорологические условия и загрязнение атмосферы: учебное пособие // Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, 2020, 128 с.: электронный. URL: core.ac.uk/download/pdf/333550323.pdf.

10. Помеляйко И.С. Анализ экологического состояния ряда природных сред отдельных городов РФ // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2018, № 2, С. 61-73.

References

1. Zagryaznenie atmosfernogo vozdukha (vozdukha vne pomeshcheniy) [Atmospheric air pollution (outdoor air)]. URL: [who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

2. Khaymin D.I., Sheina S.G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2022/7590

3. Pas'ko E.A., Sheina S.G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2023/8783

4. Ibragimova A.A., Shagidullin A.R., Gabdrakhimova V.A., Shagidullina R.A., Shagidullin R.R. Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii. 2021. №3 (27). URL: cyberleninka.ru/article/n/prostranstvenno-differentsirovannaya-otsenka-urovnya-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-statsionarnymi-istochnikami-v-g-kazani

5. Yavuz, V. Environ Monit Assess 195, 934 (2023). doi.org/10.1007/s10661-023-11556-4.

6. Zhu, T., Tang, M., Gao, M. et al. Recent Progress in Atmospheric Chemistry Research in China: Establishing a Theoretical Framework for the “Air Pollution Complex”. *Adv. Atmos. Sci.* 40, 1339–1361 (2023). doi.org/10.1007/s00376-023-2379-0.

7. Hong, W.Y. Meteorological variability and predictive forecasting of atmospheric particulate pollution. *Sci Rep* 14, 14 (2024). doi.org/10.1038/s41598-023-41906-8.

8. Bronskiy V.A., Solopova V.A., Khisanova E.R. *Innovatsionnaya nauka*. 2020. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-medno-sernogo-kombinata-na-povyshenie-indekса-zagryazneniya-atmosfery-iza-g-mednogorska

9. Morozov A.E., Starodubtseva N.I. *Meteorologicheskie usloviya i zagryaznenie atmosfery: uchebnoe posobie*. [Meteorological conditions and atmospheric pollution: a textbook]. Ural'skiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskiy universitet. Ekaterinburg, 2020. 128 p.: elektronnyy. URL: core.ac.uk/download/pdf/333550323.pdf

10. Pomelyayko I.S. *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*, 2018, № 2, pp. 61-73.

Дата поступления: 24.06.2024

Дата публикации: 3.08.2024