

## Исследование загрязнения городской воздушной среды мелкодисперсной пылью природного происхождения

Е. В. Горшков<sup>1</sup>, М.Х.Насими<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды

<sup>2</sup>Волгоградский государственный технический университет

**Аннотация:** В статье приводятся результаты проведенных зарубежными и российскими авторами исследований по оценке загрязнения городской воздушной среды мелкодисперсной пылью природного происхождения.

**Ключевые слова:** качество воздуха, пыль, мелкодисперсные частицы, природное происхождение, атмосфера.

Общеизвестно, что качество атмосферного воздуха является важной эколого-гигиенической проблемой для городов, как в России, так и во всем мире. При этом, помимо загрязнения городской воздушной среды парниковыми газами, особое внимание уделяется содержанию в ней мелкодисперсной пыли с размерами частиц менее 10 мкм (PM<sub>10</sub>) и менее 2,5 мкм (PM<sub>2,5</sub>) [1-7]. Воздействие повышенных уровней твердых частиц (PM) является причиной сердечно-легочных и респираторных заболеваний и ниже ожидаемой продолжительности жизни [1]. В этой связи Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и директива Евросоюза по качеству атмосферного воздуха (Directive 2008/50/EC) относят взвешенные вещества PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub>, содержащиеся в атмосферном воздухе, к наиболее значимым факторам влияния загрязнения воздуха на здоровье населения. В докладе «Качество воздуха в Европе-2014», подготовленном Европейским Агентством окружающей среды, отмечается, что в настоящее время твердые частицы являются наиболее проблематичным загрязнителем в Европе, и европейские граждане часто дышат воздухом, который не соответствует европейским стандартам.

Как правило, «поставщики» мелкодисперсной пыли в городскую воздушную среду делятся на пять категорий – транспорт, промышленность,

---

бытовое сжигание топлива, природные источники (включая пыль почвы и морскую соль) и неустановленные источники антропогенного происхождения [7]. Пыль естественного происхождения включает в себя переносимые ветрами элементы пород земной коры и почвы, а также частицы морской соли, которые обнаруживаются в воздухе в прибрежных морских и океанических районах.

Вклад каждой из названных категорий в загрязнение атмосферы частицами  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  характеризуется данными, приведенными на рис. 1 и на рис. 2 [7].

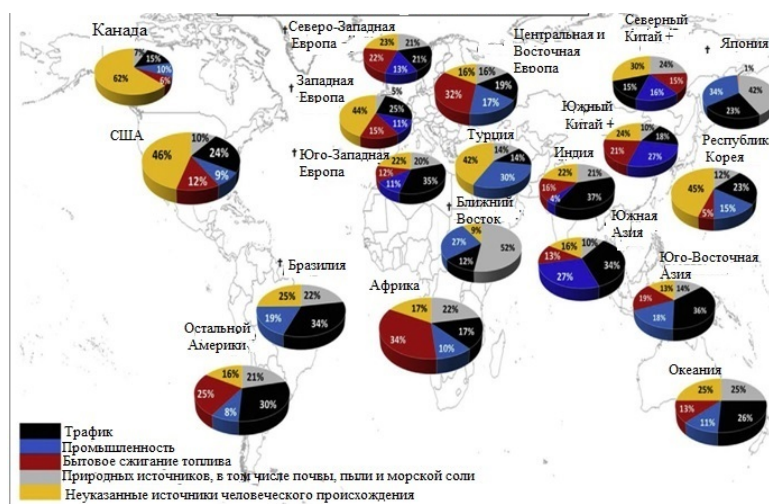


Рис. 1. – Вклад различных источников в загрязнение городской воздушной среды частицами  $PM_{2,5}$

Представленные данные свидетельствуют о том, что в глобальном масштабе на долю природной пыли в загрязнении атмосферы частицами  $PM_{2,5}$  в среднем приходится 22%, однако взносы по категориям источников существенно варьируются по регионам. Так, природная пыль является основным донором  $PM_{2,5}$  на Ближнем Востоке (52%), в Океании (25%), Бразилии и Африке (22%). Во всем мире 22% частиц  $PM_{10}$  в городскую окружающую среду вносится пылью естественного происхождения. Природный источник стал основным донором на Ближнем Востоке (44%), в

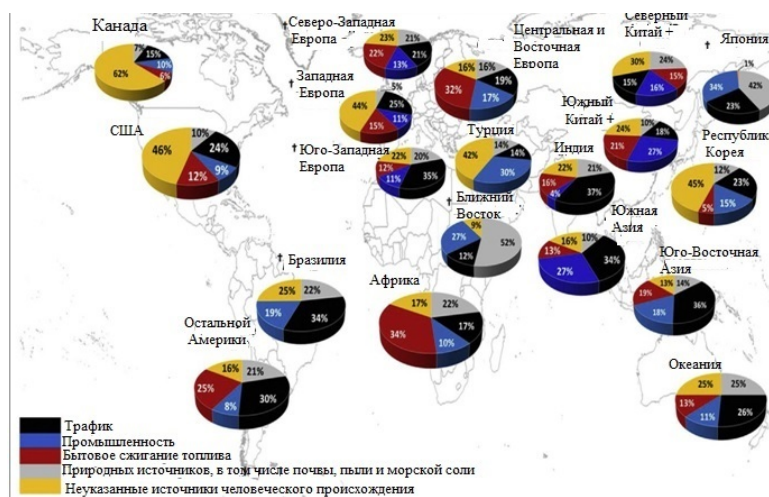


Рис. 2. – Вклад различных источников в загрязнение городской воздушной среды частицами  $PM_{10}$

Юго-Западной (39%) и Северо-Западной (33%) Европе, в южных регионах Китая (27%), Африке (25%) и в Северной и Южной Америке (24%).

Вместе с тем, следует отметить, что содержание мелкодисперсной пыли в атмосферном воздухе характеризуется сезонной изменчивостью, что, с одной стороны обусловлено колебаниями температуры и влажности наружного воздуха, и, с другой стороны, - трансграничным переносом загрязнителей при частых в весенний период пыльных бурях в аридных зонах континента. Так, например, в работе [8] приводятся данные о том, что за период проведения измерений с марта по октябрь 2015 г. отмечалось два пика концентрации частиц  $PM_{10}$  в воздушной среде г. Владивостока. Первый пришелся на 27.03.2015 г., когда содержание этих частиц в атмосферном воздухе составило  $0,22 \text{ мг/м}^3$ , второй – на 06.05.2015 г., когда концентрация частиц  $PM_{10}$  составила  $0,4 \text{ мг/м}^3$  [8]. Авторами [8] отмечается, что в эти дни на территорию Приморского края переместились пылевые массы, зародившиеся как пыльные бури на территории Монголии и Китая.

Также следует сказать о том, что большинство исследований по оценке загрязнения городской воздушной среды мелкодисперсной пылью были

сосредоточены на мегаполисах, где основная доля частиц  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  обусловлена выбросами промышленности и транспорта. Совершенно другая картина складывается в небольших городах [9] и городах-курортах [10], где нет крупных промышленных предприятий.

В качестве примера рассмотрим результаты оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха небольшого города Рева в Центральной Индии, который возник как учебный центр и имеет университет и несколько колледжей. На окраинах города расположены два цементных завода [9]. Точки отбора проб располагались на расстоянии 20 км от этих заводов. Полученные данные показали, что среднегодовая концентрация вдыхаемых твердых частиц в Рева составила  $520,54 \text{ мкг/м}^3$ , что значительно превышает национальные стандарты Индии и стандарты ВОЗ для жилых и коммерческих районов, а также выше среднегодовой концентрации вдыхаемых твердых частиц, чем, например, в Дели ( $217,33 \text{ мкг/м}^3$ ) и Калькутте ( $184,67 \text{ мкг/м}^3$ ) [9].

Исследования фракционного состава пыли в воздушной среде г. Эссентуки (город-курорт Кавказских Минеральных Вод) показали, что содержание частиц  $PM_{10}$  в городском воздухе в среднем составляет 12-49 %. Доля частиц  $PM_{2,5}$  изменяется в пределах 0,3-2 %. При этом в воздухе в наиболее чистого места отбора проб – курортном парке – содержание мелкодисперсной пыли практически соизмеримо с концентрацией такой пыли в воздухе в непосредственной близости от завода железобетонных изделий [10]. Это обстоятельство можно объяснить тем, что загрязнение воздушной среды парковой зоны мелкими твердыми частицами обусловлено, не только переносом с ветрами мелкодисперсной пыли, содержащейся в выбросах промышленных предприятий, но и вкладом пыли природного происхождения.

---

## Литература

1. Kyoyken M.P. Source deposits to PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> against the background of city and the adjacent street // Atmospheric environment. 2013. V. 71. pp. 26-35.
  2. Evaluation of the impact of dust suppressant application on ambient PM<sub>10</sub> concentrations in London / B. Barratt, D. Carslaw, G. Fuller, D. Green, A. Tremper // King's College London, Environmental Research Group Prepared for Transport for London under contract to URS Infrastructure & Environment Ltd. November 2012. 56 p.
  3. Николенко Д.А., Соловьева Т.В., Анализ опыта мониторинга загрязнения мелкодисперсной пылью придорожных территорий в странах ЕС и России // Инженерный вестник Дона. 2015. №3 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3186](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3186).
  4. Азаров В.Н., Тертишников И.В., Калюжина Е.А., Маринин Н.А. Об оценке концентрации мелкодисперсной пыли (PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub>) в воздушной среде // Вестник ВолгГАСУ, сер. Строительство и архитектура. 2011. №25 (44). С. 402-407.
  5. Азаров В. Н., Маринин Н. А., Жоголева Д. А. Об оценке концентрации мелкодисперсной пыли (PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>) в атмосфере городов // Известия Юго-Зап. гос. ун-та. 2011. № 5(38). Ч.2. С. 144-149.
  6. Николенко М.А., Неумержицкая Н.В., Сергина Н.М., Белоножко М.В. О результатах оценки воздействия на качество атмосферного воздуха и об определении необходимой степени очистки пылевых выбросов асфальтобетонных заводов // Инженерный вестник Дона, 2015, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2015/3191](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2015/3191).
  7. Contribution (contributions) of the cities of the environment of firm particles (PM): the systematic review of local sources of contributions at the global level / Federico Karagulian, Claudio Balys, Carlos Francisco C. Dora, Annette
-

Prüss-Ustün, Sofie Bonjour, Heather Ader Rokhani, Markus Amann // Atmospheric environment. 2015. V. 120. pp. 475-483.

8. Годовые колебания частиц  $PM_{10}$  в воздухе Владивостока / В.А. Дрозд, П. Ф. Кику, В.Ю. Ананьев [и др.] // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17. №5(2). С. 646-651.

9. Tendency of firm particles in surrounding. Air the town in India / Manya Singkh, Atindra Kumar Pandey, P.K. Singkh, Gunjana Singkh // Indian magazine of basic and applied researches. 2016. Vol. 1. №4. pp. 70-72.

10. Азаров В.Н., Сидякин П.А., Лопатина Т.Н. Влияние содержания мелкодисперсной пыли в атмосферном воздухе на социально-экологическое благополучие городов-курортов Кавказских Минеральных Вод // Социология города. 2014. № 1. С. 28-38.

### References

1. Kyoyken M.P. Source deposits to  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  against the background of city and the adjacent street. Atmospheric environment. 2013. V. 71. pp. 26-35.

2. Evaluation of the impact of dust suppressant application on ambient  $PM_{10}$  concentrations in London. B. Barratt, D. Carslaw, G. Fuller, D. Green, A. Tremper. King's College London, Environmental Research Group Prepared for Transport for London under contractto URS Infrastructure & Environment Ltd. November 2012. 56 p.

3. Nikolenko D.A., Solov'eva T.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015. №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3186.

4. Azarov V. N., Tertishnikov I. V., Marinin N. A. Zhilishhnoe stroitel'stvo. 2012. № 3. pp. 20-22.

5. Azarov V. N., Marinin N. A., Zhogoleva D. A. Izvestija Jugo-Zap. gos. un-ta. 2011. № 5(38). P.2. pp. 144-149.



6. Nikolenko M.A., Neumerzhickaja N.V., Sergina N.M., Belonozhko M.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2015/3191](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2015/3191).

7. Contribution (contributions) of the cities of the environment of firm particles (PM): the systematic review of local sources of contributions at the global level. Federico Karagulian, Claudio Balys, Carlos Francisco C. Dora, Annette Prüss-Ustün, Sofie Bonjour, Heather Ader Rokhani, Markus Amann. Atmospheric environment. 2015. V. 120. pp. 475-483.

8. V.A. Drozd, P. F. Kiku, V.Ju. Anan'ev [i dr.]. Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2015. T. 17. №5 (2). P. 646-651.

9. Tendency of firm particles in surrounding. Air the town in India. Manya Singkh, Atindra Kumar Pandey, P.K. Singkh, Gunjana Singkh. Indian magazine of basic and applied researches. 2016. Vol. 1. №4. pp. 70-72.

10. Azarov V.N., Sidjakin P.A., Lopatina T.N. Sociologija goroda. 2014. №1. pp. 28-38.