

УДК 49.67(32.1):(571.64)

DOI: 10.12737/article\_5a9f262e41cf97.42049946

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ГОРОДА БЛАГОВЕЩЕНСКА ЧАСТИЦАМИ  $PM_1$ ,  $PM_{10}$ ,  $PM_{50}$** **В.В.Кодинцев<sup>1</sup>, В.Е.Кутай<sup>1</sup>, В.В.Чайка<sup>1</sup>, В.А.Дрозд<sup>1</sup>, К.С.Голохваст<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», 690990, г. Владивосток, ул. Суханова, 8<sup>2</sup>Владивостокский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» – Научно-исследовательский институт медицинской климатологии и восстановительного лечения, 690105, г. Владивосток, ул. Русская, 73-г**РЕЗЮМЕ**

В работе приведены результаты исследования содержания частиц атмосферных взвесей  $PM_1$ ,  $PM_{10}$  и  $PM_{50}$ , содержащихся в снеге города Благовещенска в декабре 2017 г. Выявлено распределение взвешенных в воздухе частиц разного происхождения в 19 районах отбора, различающихся антропогенной нагрузкой. Крупные и средние автотранспортные узлы являются поставщиком в атмосферу основного объема частиц  $PM_1$  и  $PM_{10}$ . Пригородные и лесопарковые зоны служат источником макрочастиц (более 50 мкм). Показано, что микроразмерное загрязнение атмосферы г. Благовещенска можно оценить как умеренное.

*Ключевые слова:* атмосферные взвеси, микрочастицы, сканирующая электронная микроскопия, экологический фактор.

**SUMMARY****STUDY OF POLLUTION OF THE ATMOSPHERE OF THE BLAGOVESHCHENSK CITY BY PARTICLES  $PM_1$ ,  $PM_{10}$ ,  $PM_{50}$** **V.V.Kodintsev<sup>1</sup>, V.E.Kutai<sup>1</sup>, V.V.Chaika<sup>1</sup>, V.A.Drozdt<sup>1</sup>, K.S.Golokhvast<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>Far Eastern Federal University, 8 Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russian Federation<sup>2</sup>Vladivostok Branch of Far Eastern Scientific Center of Physiology of Respiration – Research Institute of Medical Climatology and Rehabilitation Treatment, 73 g Russkaya Str., Vladivostok, 690105, Russian Federation

The work shows the results of the study of atmospheric suspensions of  $PM_1$ ,  $PM_{10}$ ,  $PM_{50}$  contained in the snow of Blagoveshchensk during 2017. The distribution of suspended in the air particles of different origin in 19 areas with various anthropogenic impact was revealed. Big and midsize motor transport centers are the main suppliers of the biggest part of  $PM_1$ ,  $PM_{10}$  particles into the atmosphere. Suburban and park lands are the source of macroparticles (bigger than 50  $\mu m$ ). It was shown that microdimensional pollution of the atmosphere of Blagoveshchensk can be assessed as moderate.

*Key words:* atmospheric suspensions, microparticles, scanning electron microscopy, ecological factor.

Благовещенск ввиду своего уникального местоположения на протяжении уже более 10 лет находится под пристальным вниманием экологов [1–7]. Он расположен на берегу реки Амур в юго-западной части

Зейско-Буреинской равнины, что позволяет проводить исследования воздействия крупной речной экосистемы на атмосферную взвесь.

Цель данной работы – оценить загрязнение атмосферы города Благовещенска частицами наиболее гигиенически значимых классов частиц –  $PM_1$  (менее 1 мкм),  $PM_{10}$  (менее 10 мкм) и  $PM_{50}$  (менее 50 мкм).

**Материалы и методы исследования**

В качестве района работ был выбран г. Благовещенск, расположенный на левом берегу Амура при впадении в него реки Зей. Рельеф Благовещенска в основном равнинный, на окраинах есть небольшие возвышенности. В городе с населением более 220 тысяч жителей имеется несколько крупных источников пыления: тепловые электроцентрали (ТЭЦ), а также более 10 котельных и около 120 тысяч автомобилей. Согласно сайту УГИБДД по Амурской области, с каждым годом число автомобилей в городе растёт!

В Благовещенске резко континентальный климат с муссонными чертами, что выражается в больших годовых и суточных колебаниях температур воздуха и резком преобладании летних осадков. Зима холодная, сухая, с маломощным снежным покровом.

Пробы снега собирались с тех же точек (табл. 1), что и в прошлые годы при проведении нами оценки микроразмерного загрязнения атмосферы г. Благовещенске, результаты данного исследования были представлены ранее [5].

Снег собирался в момент снегопада в декабре 2017 г. Чтобы исключить вторичное загрязнение антропогенными аэрозолями, был собран верхний слой (5–10 см) только что выпавшего снега. Его помещали в стерильные контейнеры объемом 3 л. Когда снег в контейнерах таял, из каждого образца набирали 60 мл жидкости и анализировали на лазерном анализаторе частиц Analysette 22 NanoTec plus (Fritsch, Германия), позволяющем в ходе одного измерения устанавливать распределение частиц по размерам, а также определять их форму и ряд морфометрических параметров.

Исследования проводились с использованием оборудования ЦКП «Межведомственный центр аналитического контроля состояния окружающей среды» ДВФУ.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Размеры частиц и процентное соотношение фракций в пробах взвеси во всех районах г. Благовещенска приведены в таблице 2.

Таблица 1

Станции отбора в г. Благовещенске

| Номер станции | Расположение станции отбора  |
|---------------|--|
| 1             | Район мебельной фабрики. Въезд на территорию с ул. Ленина после пер. Пограничного                                      |
| 2             | Первомайский парк (перед воротами, рядом парковка)   |
| 3             | Ул. Зейская – ул. Загородная (частный сектор, гаражи)  |
| 4             | Перекресток ул. Краснофлотская-Калинина (набережная мостовая напротив ИГиП ДВО РАН, 30 м от берега Амура)              |
| 5             | Пропускной пункт ТЭЦ с юго-западной стороны. Въезд направо с ул. Нагорной  |
| 6             | Перед жилым кварталом (ул. Нагорная) 500 м от ТЭЦ, работающей на твердом топливе                                       |
| 7             | ТЭЦ. Автостоянка слева от пропускного пункта с юго-восточной стороны (ул. Загородная – ул. Студенческая)               |
| 8             | 3 микрорайон, п. Тепличный. Перед въездом в СХПК «Тепличный» в начале ул. Тепличной                                    |
| 9             | 2 микрорайон, ул. Институтская на стыке ул. Калинина и Новотроицкого шоссе, 10 м от перекрестка. Рядом АЗС             |
| 10            | Кольцо ул. Калинина. Около 60 м от кольца. Рядом АЗС   |
| 11            | Железнодорожный вокзал. Со стороны железнодорожных путей около автодороги (ул. 50 лет Октября и ул. Магистральной)     |
| 12            | Площадь им. Ленина. Центр города. Сквер напротив гостиницы Юбилейная (ул. Краснофлотская, 108) в 30 м от реки Амур     |
| 13            | 2 микрорайон. Областной перинатальный центр на пересечении ул. Воронкова и Тепличная                                   |
| 14            | Поселок Чигири (восточная часть, ближе к городу)<br>Около дороги (ул. Октябрьская - ул. Центральная)                   |
| 15            | База ОПС. Около кафе «Санья» (ул. Богдана Хмельницкого – ул. Тенистой)   |
| 16            | Ул. Театральная (транспортное кольцо). 10 м с юго-восточной стороны кольца. Около ул. Мостовой                         |
| 17            | Таможня (ул. Пушкина). Около таможни на берегу реки Амур по ул. Краснофлотской между ул. Политехнической и Чайковского |
| 18            | Жилой район во дворе многоэтажных домов (ул. Ломоносова – ул. Шевченко)  |
| 19            | Пустьрь за кожно-венерологическим диспансером и поликлиникой №2 (ул. Текстильная – ул. 50 лет Октября)                 |

Таблица 2

Процентное соотношение содержания различных классов частиц в снеге в разных районах г. Благовещенска

| Класс частиц         | Номер станции отбора |     |      |     |      |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |      |
|----------------------|----------------------|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|
|                      | 1                    | 2   | 3    | 4   | 5    | 6    | 7   | 8    | 9    | 10   | 11   | 12  | 13   | 14   | 15   | 16   | 17  | 18   | 19   |
| PM <sub>1</sub> , %  | 3,5                  | 0,3 | 1,0  | 0,2 | 1,4  | 3,2  | 0   | 3,4  | 1,2  | 1,5  | 1,1  | 0,1 | 3,2  | 0,9  | 1,0  | 0,2  | 0,1 | 0,7  | 1,0  |
| PM <sub>10</sub> , % | 21,2                 | 1,7 | 8,4  | 0,7 | 0,7  | 6,7  | 0   | 23,3 | 10,3 | 11,2 | 11,0 | 0,4 | 9,1  | 9,1  | 6,5  | 1,1  | 0,4 | 0,4  | 8,0  |
| PM <sub>50</sub> , % | 43,6                 | 9,8 | 22,7 | 2,8 | 28,3 | 19,5 | 0,7 | 37,4 | 26,0 | 25,3 | 38,1 | 1,7 | 18,5 | 29,9 | 11,1 | 12,9 | 3,0 | 15,4 | 26,8 |

В городских районах автомобили являются источником более 50% всех частиц размерности менее 10 мкм [5]. Средний арифметический диаметр является обобщенным показателем и подразумевает наличие и более мелких частиц. По сравнению с отбором прошлого года в районе транспортной развязки кольца

улицы Театральной возле Судостроительного завода концентрация частиц снизилась по сравнению с другими районами (рис.). Очевидно, это связано с отсутствием его работы, и, в частности, гальванического производства за последний год.

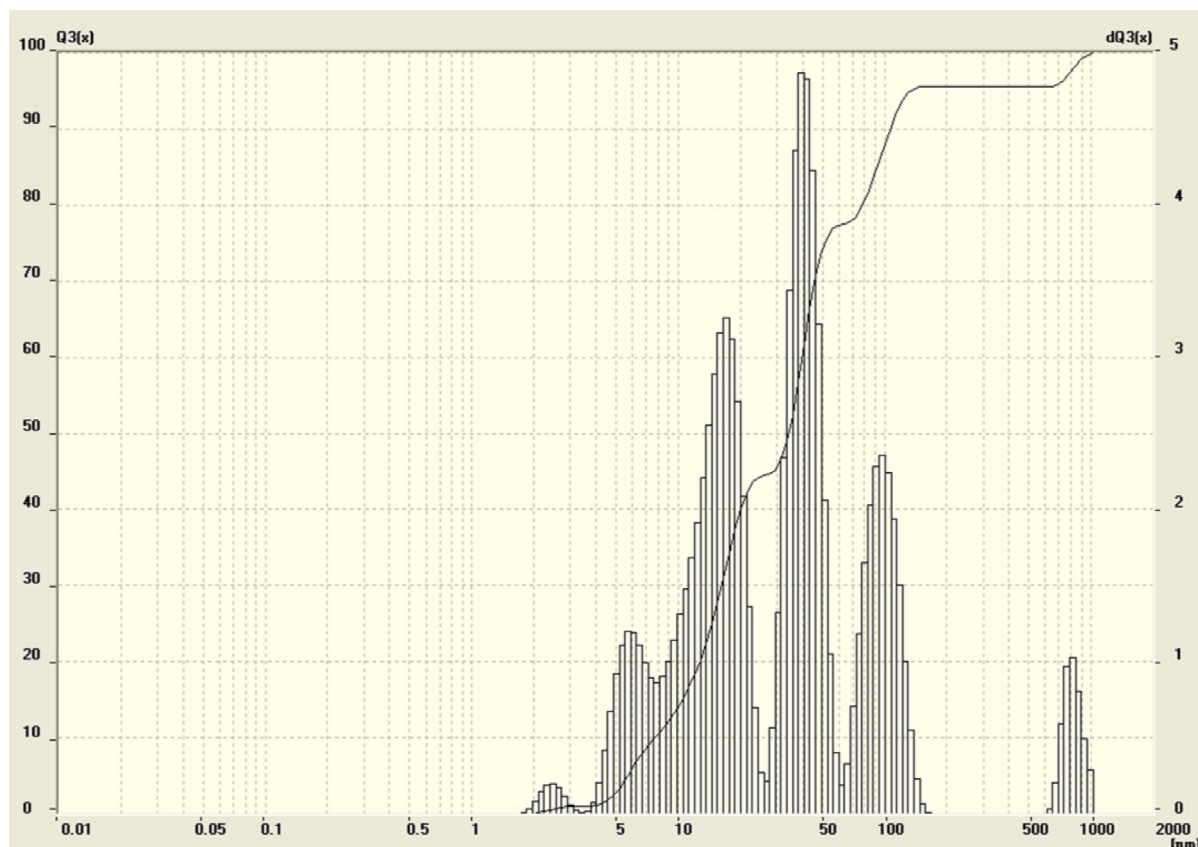


Рис. Типовая гистограмма по величине частиц (проба снега из района пропускного пункта ТЭЦ с юго-восточной стороны), точка №5.

Наибольшую опасность на данный момент представляют автомобили, число которых за последний год увеличилось почти в полтора раза. Безусловно, автомобильные выхлопы, особенно дизельные, по-прежнему являются главным источником наночастиц. И хотя последние по химическому составу близки к сажевым, они представляют довольно серьёзную угрозу в отношении усугубления роста бронхолегочной патологии [4].

Считается, что микрочастицы в атмосфере современного города представлены в различных размерах, обладающих различной степенью влияния на здоровье человека. Наиболее вредное воздействие оказывают частицы, имеющие размерность от 1 до 2 мкм и от 2,5 до 10 мкм ( $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$ ). Это обстоятельство связано, прежде всего, с их высокой проникающей способностью. Благодаря своим микроразмерам, эти частицы проникают глубоко в легкие. Кроме того, всё больше внимания уделяют частицам  $PM_{50}$ .

По-прежнему стабильно высокая концентрация микрочастиц диаметром, достигающим до 43,6% наблюдается в точке 1. В точках 5, 8, 11 присутствуют частицы максимально вредные для человека в долях 28,3, 37,4 и 38,1%, соответственно. Исходя из этих данных, в этих районах Благовещенска имеется серьёзная экологическая проблема.

Достаточно крупные частицы взвеси, которые относятся к классу «неингалибельных» (они не попадают во внутреннюю среду дыхательных путей), обнаружи-

ваются в местах, близких к парковым зонам (станции 2, 4, 18) и местах, хорошо продуваемых ветром – побережье рек и равнины (станции 7, 10, 13).

### Заключение

По сравнению с прошлыми годами наблюдения существенных изменений в общей картине загрязнения города не произошло, за исключением некоторых точек (1, 5, 10, 11).

Районы большинства станций отбора в г. Благовещенске относятся к числу относительно благоприятных – размер частиц от 50 до 400 мкм. Это обусловлено ровным рельефом, который позволяет хорошо «сдувать» частицы выхлопных газов и промышленных предприятий.

По-прежнему к числу неблагоприятных факторов относится увеличивающийся год от года парк машин с большим автопробегом. Крайне опасным явлением с точки зрения оценки риска для здоровья и окружающей среды можно считать микрочастицы, которые фиксируются в районе станции 16.

Вместе с тем, микроразмерное загрязнение атмосферы Благовещенска на фоне других городов Дальнего Востока носит умеренный характер, хотя есть небольшая тенденция к ухудшению экологической обстановки.

*Работа выполнена при поддержке Гранта Президента для молодых докторов наук (МД-7737.2016.5).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бородина Н.А. Оценка загрязнения снежного покрова в г. Благовещенске // Естественные и технические науки. 2011. №6(56). С.135–139.
2. Голохваст К.С., Христофорова Н.К., Кiku П.Ф., Гульков А.Н. Гранулометрический и минералогический анализ взвешенных в атмосферном воздухе частиц // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011. Вып.40. С.94–100.
3. Голохваст К.С., Чапленко Т.Н., Никифоров П.А., Чайка В.В., Памирский И.Э., Христофорова Н.К., Гульков А.Н. Гранулометрический анализ атмосферных взвесей города Благовещенска // Экология человека. 2013. №7. С.34–39.
4. Голохваст К.С., Чапленко Т.Н., Памирский И.Э. Вещественный анализ атмосферных взвесей Благовещенска // Экология человека. 2014. №4. С.16–21.
5. Голохваст К.С., Козинцев В.В., Памирский И.Э., Чайка В.В., Белоус Р.А. Микроразмерное загрязнение атмосферы города Благовещенска // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2016. Вып.60. С.52–56. doi: 10.12737/20087
6. Куимова Н.Г., Радомская В.И., Павлова Л.М., Жилин О.В., Радомский С.М., Березина О.В. Особенности химического и микробиологического состава снегового покрова г. Благовещенска // Экология и промышленность России. 2007. №2. С.30–33.
7. Сергеева А.Г., Куимова Н.Г. Снежный покров как индикатор состояния атмосферного воздуха в системе санитарно-экологического мониторинга // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011. Вып.40. С.100–104.

## REFERENCES

1. Borodina N.A. Assessment of contamination of snow cover in Blagoveshchensk city. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* 2011; 6:135–139 (in Russian).
2. Golokhvast K.S., Khristoforova N.K., Kiku P.F., Gul'kov A.N. Granulometric and mineralogic analysis of suspended particles in the air. *Bülleten' fiziologii i patologii dyhaniä* 2011; 40:94–100 (in Russian).
3. Golokhvast K.S., Chaplenko T.N., Nikiforov P.A., Chayka V.V., Pamirsky I.E., Khristoforova N.K., Gul'kov A.N. Granulometric analysis of atmospheric suspensions of Blagoveshchensk city. *Human Ecology* 2013; 7:34–39 (in Russian).
4. Golokhvast K.S., Chaplenko T.N., Pamirsky I.E. Substantial analysis of atmospheric suspensions in Blagoveshchensk City. *Human Ecology* 2014; 4:16–21 (in Russian).
5. Golokhvast K.S., Kodintsev V.V., Pamirskiy I.E., Chaika V.V., Belous R.A. Microdimensional pollution of atmosphere in Blagoveshchensk city. *Bülleten' fiziologii i patologii dyhaniä* 2016; 60: 52–56 (in Russian). doi: 10.12737/20087
6. Kuimova N.G., Radomskaya V.I., Pavlova L.M., Zhilin O.V., Radomsky S.M., Berezina O.V. Features of the chemical and microbiological content of snow cover of the Blagoveshchensk city. *Ecologiya i promyshlennost' Rossii* 2007; 2:30–33 (in Russian).
7. Sergeeva A.G., Kuimova N.G. Snow cover as an indicator of air condition in the system of sanitary-ecological monitoring. *Bülleten' fiziologii i patologii dyhaniä* 2011; 40:100–104 (in Russian).

Поступила 01.02.2018

Контактная информация  
Кирилл Сергеевич Голохваст,  
доктор биологических наук,

профессор кафедры безопасности жизнедеятельности в техносфере Инженерной школы,  
научный руководитель Научно-образовательного центра по направлению нанотехнологии,

Дальневосточный федеральный университет,  
690990, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.

E-mail: golokhvast.ks@dvfu.ru

Correspondence should be addressed to

Kirill S. Golokhvast,

PhD, DSc, Professor of Department of Safety in Technosphere of Engineering School,  
Scientific Advisor of SEC in Nanotechnology,

Far Eastern Federal University,

8 Sukhanova Str., Vladivostok, 690990, Russian Federation.

E-mail: golokhvast.ks@dvfu.ru