

УДК 351.777.6(-032.1)(571.61)

## АТМОСФЕРНАЯ ВЗВЕСЬ НЕБОЛЬШОГО ГОРОДА БЕЛОГОРСКА (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

К.С.Голохваст<sup>1</sup>, В.В.Чайка<sup>1</sup>, С.Ю.Борисов<sup>2</sup>, В.В.Кодинцев<sup>3</sup><sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет, 690990, г. Владивосток, ул. Суханова, 8<sup>2</sup>306 Военный госпиталь Дальневосточного военного округа МО РФ, 676850, г. Белогорск, ул. Набережная, 166<sup>3</sup>Амурская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения РФ, 675000, г. Благовещенск, ул. Горького, 95

## РЕЗЮМЕ

Статья посвящена исследованию атмосферных взвесей города Белогорска (Амурская область) с помощью методов лазерной гранулометрии. Показано, что объемная доля экологически значимых микрочастиц (менее 10 мкм) в воздухе Белогорска составляет от 19,8 до 39,9%, а частиц от 10 до 50 мкм – от 39,8 до 75,4%. Эти данные оцениваются как неблагоприятный фон для развития бронхолегочных заболеваний. Доля наиболее крупных частиц (от 400 мкм и выше) не превышает 16,5%. Сделан вывод, что на территории небольшого города без крупных источников пыления в атмосферной взвеси находится большое доленое содержание потенциально опасных для здоровья человека частиц. Город с населением около 70000 человек является территорией с широкими колебаниями гранулометрического состава атмосферной взвеси.

Ключевые слова: атмосферные взвеси, экология, Белогорск, Дальний Восток, микрочастицы.

## SUMMARY

## ATMOSPHERIC SUSPENSION OF THE TOWN BELOGORSK (THE AMUR REGION)

K.S.Golokhvast<sup>1</sup>, V.V.Chaika<sup>1</sup>, S.Yu.Borisov<sup>2</sup>, V.V.Kodintsev<sup>3</sup><sup>1</sup>Far Eastern Federal University, 8 Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russian Federation<sup>2</sup>306<sup>th</sup> Military Hospital of Far Eastern Military District of RF Ministry of Defence, 166 Naberezhnaya Str., Belogorsk, 676850, Russian Federation<sup>3</sup>Amur State Medical Academy, 95 Gor'kogo Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation

The article is devoted to the research of atmospheric suspensions of Belogorsk town (the Amur region) by means of laser granulometry. It is shown that the volume fraction of ecologically significant microparticles (less than 10 microns) in the air of Belogorsk is from 19.8 to 39.9%, and particles from 10 to 50 microns make from 39.8 to 75.4%. These data are assessed as unfavorable background for the development of respiratory diseases. The part of the largest particles (from 400 microns and above) doesn't exceed 16.5%. The conclusion is drawn that on the territory of the small town without large sources of dusting there are a lot of particles in the atmospheric suspension potentially hazardous to the health of a person. The town with the population about 70000 people is the territory with broad fluctuations of particles distribution in the at-

## mospheric suspension.

Key words: atmospheric suspensions, ecology, Belogorsk, Far East, microparticles.

XX век считается веком урбанизации. В России с 1994 г. городское население превышает 73%, а с 23 мая 2007 г. городское население в мире в целом превзошло сельское [4].

Крупные города, в которых проживает большая часть населения, достаточно хорошо исследуются с точки зрения загрязнения атмосферы. К сожалению, состояние небольших городов (до 100 тыс. человек), сел, поселков и деревень остаются малоизученными.

Ранее мы уже исследовали атмосферные взвеси небольших городов [1]. В частности нами было выяснено, что в малых городах основным загрязнителем атмосферы служат котельные и автомобили примерно в одинаковых долях.

Важно также, что Амурская область с 2010 г. относится к субъектам Российской Федерации с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха [2].

Целью данной работы является оценка гранулометрического состава частиц взвесей, которые содержатся в снеге г. Белогорска с населением около 70 тыс. человек.

## Материалы и методы исследования

Белогорск – крупный транспортный узел Транссибирской магистрали, а также административный центр Белогорского района с населением около 70 тыс. человек (рис. 1). От города на юг идёт железнодорожная линия на Благовещенск – административный центр Амурской области. Автомобильные дороги областного и федерального значения удобно связывают город с населёнными пунктами Амурской области, а также с Якутией, Хабаровским и Приморским краями (федеральная автотрасса Чита-Хабаровск).

В Белогорске резко континентальный климат с муссонными чертами, что выражается в больших годовых (45-50°C) и суточных (до 20°C) колебаниях температур воздуха и резком преобладании летних осадков. Лето жаркое, дождливое, но со значительным количеством солнечного сияния. Зима холодная, сухая, с маломощным снежным покровом.

Пробы снега собирались в 7 точках города (рис. 1) в конце холодного сезона года (январь) 2014 г. Пробы, во избежание вторичного загрязнения антропогенными аэрозолями, отбирались во время снегопадов. Собирались только верхний слой (5–10 см) свежеснежавшего снега с площади 1 м<sup>2</sup>. Отбор (n=3) проводился без использования подложки, поскольку слой снега составлял в момент отбора более 20 см. Для чистоты

эксперимента снег помещали в стерильные контейнеры вместимостью 3 л. Когда снег в контейнерах полностью растаивал (объем растопленной пробы составлял 390-400 мл), из каждого образца после взбалтывания набирали по 60 мл жидкости и анализировали на лазерном анализаторе частиц Analysette 22 NanoTec plus (Fritsch, Германия).

Исследования проводились с использованием обо-

рудования ЦКП «Межведомственный центр аналитического контроля состояния окружающей среды» ДВФУ.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Как видно из данных таблицы, частицы менее 10 мкм (первые два класса) обнаруживаются во всех точках отбора уже в заметных долях от 19,8 до 39,9%.

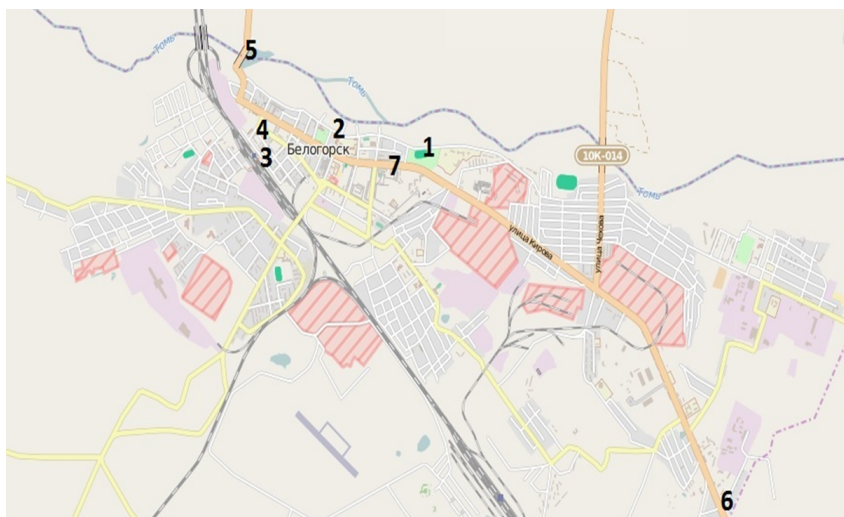


Рис. 1. Расположение районов отбора на карте Белогорска. ©Участник OpenStreetMap.

Станции отбора снеговых проб:

1. Городской парк. Рядом с проходной в госпиталь.
2. Берег реки Томь. Район улицы Гагарина.
3. Виадук. Район ж/д вокзала.
4. Железнодорожный вокзал.
5. Мост через реку Томь в сторону деревни Бочкарёвка.
6. Стелла на въезде в город.
7. Крупная магистраль. Район улицы Кирова.

Таблица

**Распределение частиц по фракциям в пробах снега из различных районов**

Класс	Диаметр, мкм	Доля частиц, %						
		1	2	3	4	5	6	7
1	менее 1	4,7	5,8	7,9	7,9	6,4	3,2	1,9
2	1-10	18,7	26,3	32	19,8	27	16,6	23,1
3	10-50	62,7	49	42,7	75,4	39,6	55,8	52
4	50-100	6,7	5,6	-	0,4	10,1	17,4	9,9
5	100-400	-	0,1	-	0,1	3,5	6,8	0,4
6	400-700	-	0,5	1	0,9	5,5	0,2	6,6
7	более 700	7,2	12,7	16,4	15,5	9,9		6,1
Средний арифметический диаметр, мкм		91,43	137,63	166,79	159,4	135,27	46,41	109,93
Мода, мкм		29,14	15,72	16,24	17,33	13,36	37,79	17,33

Стоит отметить, что вторым в долевым аспекте является третий размерный класс – от 10 до 50 мкм. В разных районах доля таких частиц колеблется от 39,6 до 75,4%.

Можно сделать вывод, что основные размерные классы частиц атмосферной взвеси Белогорска – менее 50 мкм.

Основная размерная фракция частиц, которые встречаются в атмосферной взвеси Белогорска, имеют средний диаметр до 100 мкм (рис. 2 и 3).

Доля частиц с диаметром менее 100 мкм составляет около 90%. Наиболее очевидным источником таких малых частиц являются автомобили, ТЭЦ и котельные. Иных крупных источников пыления в Белогорске нет.

В целом стоит отметить, что средний арифметический диаметр частиц во всех точках имеет близкие друг с другом значения. Около 30% этих частиц меньше 10 мкм, что является потенциально неблагоприятным прогностическим сигналом для здоровья.

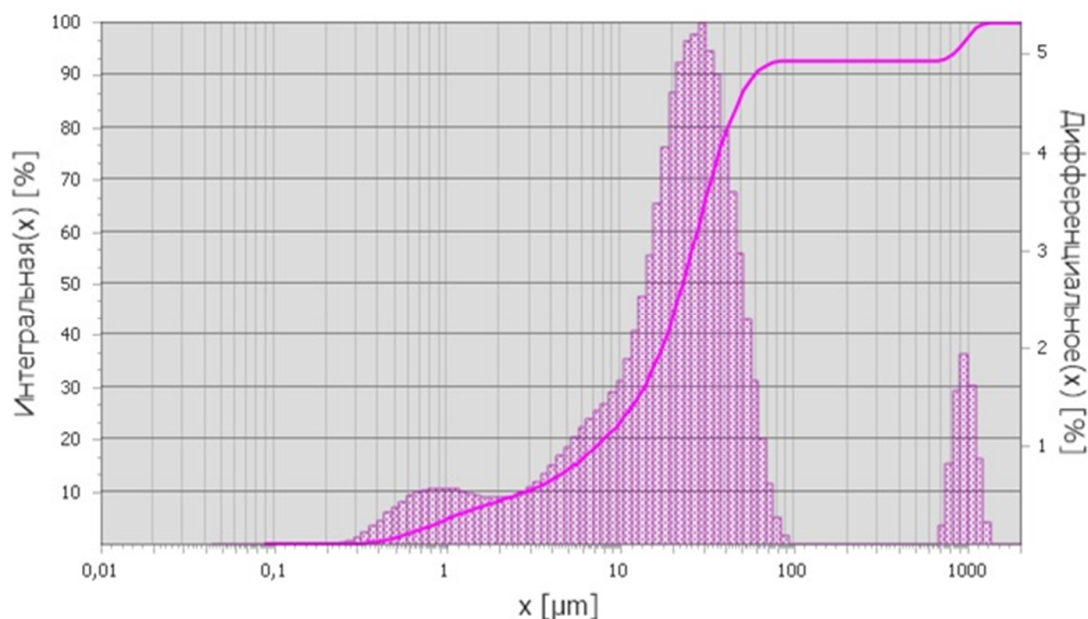


Рис. 2. Типовая гистограмма долей частиц взвесей в образце снеговой воды, собранной в районе 1 (городской парк).

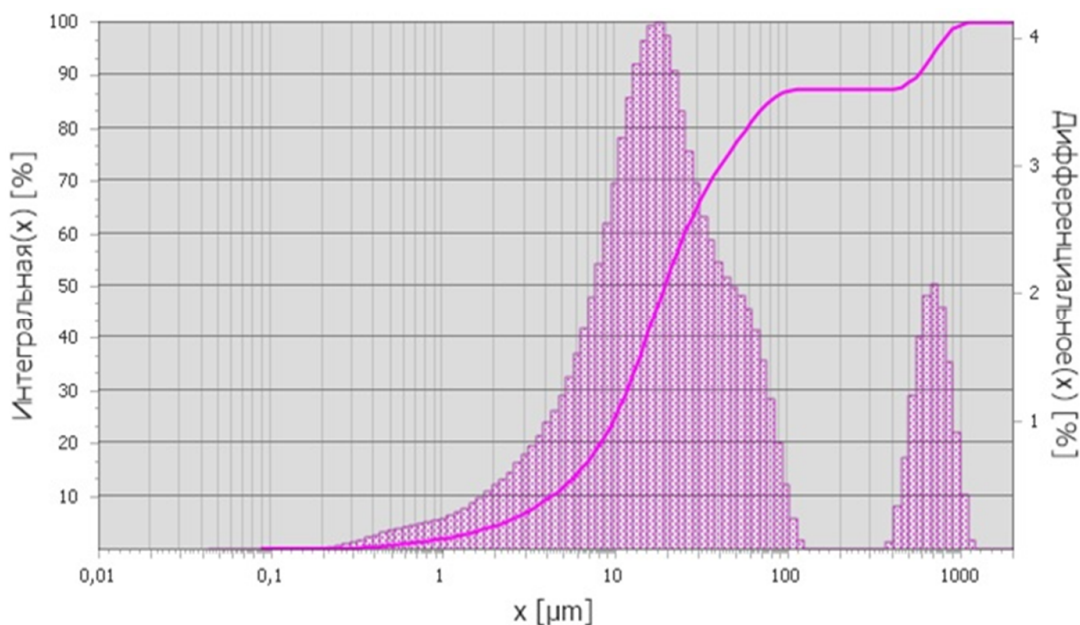


Рис. 3. Типовая гистограмма долей частиц взвесей в образце снеговой воды, собранной в районе 7 (крупная автомагистраль).

**Заключение**

Из наших результатов следует, что атмосфера даже небольших городов (население 70 тыс. человек) содержит опасные для биоты и здоровья человека микрочастицы (менее 10 мкм) и потенциально опасные (10-50 мкм) в значимых долях.

Источником таких взвесей являются небольшие котельные, работающие на угле, автомобили и ТЭЦ, работающая на угле и расположенная в центре города [5, 6].

В связи с вышеперечисленными данными, нам кажется необходимым вести постоянный мониторинг за микроразмерным загрязнением атмосферы не только крупных городов [3, 7], где проживает большая часть

населения, но за состоянием воздушной среды небольших городов.

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

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Экологическое состояние малых населенных пунктов Дальнего Востока РФ по данным микроразмерного загрязнения атмосферы / К.С.Голохваст, П.А.Никифоров, В.В.Чайка, Н.Г.Остапенко, С.А.Разгонова, Я.Ю.Блиновская, В.В.Слесаренко, Ю.С.Дорошев, Н.В.Земляная, А.А.Фаткулин, А.И.Агошков // Известия Самарского науч. центра РАН. 2014. Т.16, №1(3). С.624–627.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 г.». – М.: МПР РФ, 2011. 571 с. URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101>

3. Brines M., Dall'Osto M., Beddows D.C.S., Harrison R.M., Gómez-Moreno F., Núñez L., Artíñano B., Costabile F., Gobbi G.P., Salimi F., Morawska L., Sioutas C., Querol X. Traffic and nucleation events as main sources of ultrafine particles in high-insolation developed world cities // *Atm. Chem. Phys.* 2015. Vol.15, Iss.10. P.5929–5945.

4. Lanaspá L., Pueyo F., Sanz F. Urban dynamics during the twentieth century. A tale of five European countries // *International Workshop in Economic Geography*. Barcelona, 20–21 June 2008. P.26.

5. A comparative evaluation of minerals and trace elements in the ashes from lignite, coal refuse, and biomass fired power plants / S.Singh [et al.] // *Int. J. Coal Geol.* 2011. Vol.87, Iss.2. P.112–120.

6. Investigations on PAHs and trace elements in coal and its combustion residues from a power plant / S.K.Verma [et al.] // *Fuel*. 2015. Vol.162. P.138–147.

7. Vu T.V., Delgado-Saborit J.M., Harrison R.M. Review: Particle number size distributions from seven major sources and implications for source apportionment studies // *Atm. Environ.* 2015. Vol.122. P.114–132.

#### REFERENCES

1. Golokhvast K.S., Nikiforov P.A., Chaika V.V., Ostapenko N.G., Razgonova S.A., Blinovskaya Ya.Yu., Slesarenko V.V., Doroshev Yu.S., Zemlyanaya N.V., Fatkulín A.A., Agoshkov A.I. Ecological condition of small

settlements of Far East of Russian Federation by data of microdimensional pollution of air. *Izvestiya Samarского nauchnogo tsentra RAN – Proceedings of Samara Scientific Centre of RAS* 2014; 16(1):624–627 (in russian).

2. State Report «About condition and safety of environmental in Russian Federation 2010». Moscow; 2011. Available at: [www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101](http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101) (in russian).

3. Brines M., Dall'Osto M., Beddows D.C.S., Harrison R.M., Gómez-Moreno F., Núñez L., Artíñano B., Costabile F., Gobbi G.P., Salimi F., Morawska L., Sioutas C., Querol X. Traffic and nucleation events as main sources of ultrafine particles in high-insolation developed world cities. *Atm. Chem. Phys.* 2015; 15(10):5929–5945.

4. Lanaspá L., Pueyo F., Sanz F. Urban dynamics during the twentieth century. A tale of five European countries. In: *International Workshop in Economic Geography*. Barcelona: 20–21 June 2008; 26.

5. Singh S., Ram L.C., Masto R.E., Verma S.K. A comparative evaluation of minerals and trace elements in the ashes from lignite, coal refuse, and biomass fired power plants. *Int. J. Coal Geol.* 2011; 87(2):112–120.

6. Verma S.K., Masto R.E., Gautam S., Choudhury D.P., Ram L.C., Maiti S.K., Maity S. Investigations on PAHs and trace elements in coal and its combustion residues from a power plant. *Fuel* 2015; 162:138–147.

7. Vu T.V., Delgado-Saborit J.M., Harrison R.M. Review: Particle number size distributions from seven major sources and implications for source apportionment studies. *Atm. Environ.* 2015; 122:114–132.

Поступила 09.06.2015

Контактная информация  
Кирилл Сергеевич Голохваст,  
доктор биологических наук,

заместитель директора по развитию Школы естественных наук,  
профессор кафедры безопасности жизнедеятельности в техносфере Инженерной школы,  
директор Научно-образовательного центра по направлению нанотехнологии,

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

E-mail: [droopy@mail.ru](mailto:droopy@mail.ru)

Correspondence should be addressed to

Kirill S. Golokhvast,

PhD, DSc, Deputy Director on Development of Natural Sciences School,  
Professor of Department of Safety in Technosphere of Engineering School,

Director of SEC in Nanotechnology,

Far Eastern Federal University,

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

E-mail: [droopy@mail.ru](mailto:droopy@mail.ru)