

УДК [551.578.4:551.578.8:574.2] (571.61)

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ АТМОСФЕРНЫХ ВЗВЕСЕЙ ГОРОДА БЛАГОВЕЩЕНСКА

© 2014 г. К. С. Голохваст, *Т. Н. Чапленко, **И. Э. Памирский

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

*Аллерго-иммунологический центр «ИммуноВиталь»,

**Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск

В работе приведены результаты вещественного исследования нано- и микрочастиц атмосферных взвесей, содержащихся в снеге Благовещенска в сезон 2011/2012 года. Выявлено распределение взвешенных в воздухе частиц разного происхождения в 25 районах отбора, различающихся антропогенной нагрузкой. Крупные и средние автотранспортные узлы являются поставщиком в атмосферу микрочастиц резины, асфальта, а также разнообразных металлов и их оксидов (Fe, Ni, Co, Cu, Fe, Bi, W). Железнодорожные развязки являются источником микрочастиц Fe и сажи, которые попадают в атмосферу из-за трения металлических поверхностей и работы дизельных двигателей тепловозов. Пригородные и лесопарковые зоны служат источником микро- и макрочастиц природных минералов и горных пород, а также растительного детрита. Показано, что состав атмосферных взвесей Благовещенска полностью соответствует экогеографическим предпосылкам – берег двух крупных рек, небольшой пресс предприятий и автотранспорта, крупный железнодорожный узел.

Ключевые слова: взвеси, микрочастицы, сканирующая электронная микроскопия, экологический фактор

Снег как вид атмосферных осадков промывает атмосферу и является надежным источником информации об атмосферных взвесах.

Экологическое состояние атмосферы г. Благовещенска уже на протяжении ряда лет изучается с помощью исследования снега [6–8]. Так, Н. Г. Куимовой с соавторами [7] был изучен химический и микробиологический состав снегового покрова в пределах территории города. В работе И. М. Котельниковой с соавторами [6] имеются данные по содержанию в снеге Благовещенска полициклических углеводородов.

Ранее мы исследовали частицы взвесей из снега Благовещенска с помощью лазерной гранулометрии [5]. Данная статья посвящена вещественному анализу частиц взвесей Благовещенска и продолжает серию работ, посвященных количественному, а также качественному составу взвесей городов Дальнего Востока [1–5].

Методы

В качестве района работ был выбран город Благовещенск, расположенный на юго-западе Зейско-Буреинской равнины на левом берегу Амура, при впадении в него реки Зеи. Рельеф Благовещенска в основном равнинный, на окраинах есть небольшие возвышенности. В городе с населением 220 тысяч жителей имеется несколько крупных источников пыления: тепловые электроцентрали (ТЭЦ), а также более 10 котельных и около 90 тысяч автомобилей (за 2011 год), согласно сайту УГИБДД по Амурской области (<http://28.gibdd.ru>).

В Благовещенске резкоконтинентальный 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 в момент снегопада зимой на 25 станциях в г. Благовещенске (табл. 1), различающихся экологическими условиями, согласно нашей методике [1].

Таблица 1

Станции отбора проб в г. Благовещенске

Станция	Характеристика
1 – район мебельной фабрики	Относительно экологически благополучный район без крупных предприятий. Берег р. Амур
2 – район 1-й городской больницы	Средняя транспортная нагрузка
3 – ТЭЦ (5 м от дороги)	ТЭЦ-1, работающая на твердом топливе
4 – 3-й микрорайон	Средняя транспортная нагрузка
5 – поселок Чигири	Относительно экологически благополучный район без крупных предприятий и транспортных развязок

Продолжение таблицы 1

Станция	Характеристика
6 – 2-й микрорайон (ул. Институтская)	Крупный транспортный узел
7 – район домостроительного комбината	Крупный транспортный узел
8 – перекресток улиц Богдана Хмельницкого – Пролетарская	Крупный транспортный узел
9 – район оптово-производственного склада	Крупный транспортный узел
10 – железнодорожный вокзал	Близость крупного железнодорожного узла..
11 – район ВДНХ	Крупный транспортный узел
12 – перекресток улиц Горького – Партизанская	Крупный транспортный узел
13 – перекресток улиц Партизанская – Ленина	Крупный транспортный узел
14 – площадь Ленина	Крупный транспортный узел. Побережье р. Амур
15 – район торгового центра «Мега»	Крупный транспортный узел
16 – перекресток улиц Горького – Калинина	Крупный транспортный узел
17 – 2-й микрорайон (около детского сада № 60)	Средняя транспортная нагрузка
18 – 2-й микрорайон (около областного роддома на ул. Воронкова)	Средняя транспортная нагрузка
19 – ТЭЦ (500 м от дороги)	ТЭЦ-1, работающая на твердом топливе
20 – ул. Калинина (транспортное кольцо)	Один из крупнейших транспортных узлов
21 – ул. Театральная (транспортное кольцо)	Один из крупнейших транспортных узлов
22 – пост ГИБДД на выезде из города	Относительно экологически благополучный район без крупных предприятий и транспортных развязок
23 – Первомайский парк	Относительно экологически благополучный район без крупных предприятий и транспортных развязок
24 – площадь Победы (ул. Краснофлотская)	Средняя транспортная нагрузка
25 – район комплекса промышленных предприятий	Близость крупного железнодорожного узла

Результаты

Наиболее крупные (до 1 мм) частицы взвесей встречались в пробах, отобранных в парковых и относительно чистых зонах: 1 (парковая зона на берегу р. Амур), 2 (парковая зона), 10 (транспортный тупик), 17, 18 и 20 (равнинная зона с ветрами), 23 (рис. 1), 24 и 25 (парковые зоны).

Эти районы с эколого-гигиенической точки зрения можно охарактеризовать как наиболее благоприятные районы для проживания. Типичные для этих районов частицы представляют собой микро- и макрочастицы минералов и горных пород, органического детрита (размером до 1 мм) и крупные агрегаты неопределяемого техногенного мусора.

Районы 6–9 и 11–16 с транспортной нагрузкой характеризуются наличием в пробах микрочастиц металлов (Fe, Ni, Co, Cu, Fe, Bi) (рис. 2 и 3), сажи, асфальта, резины.

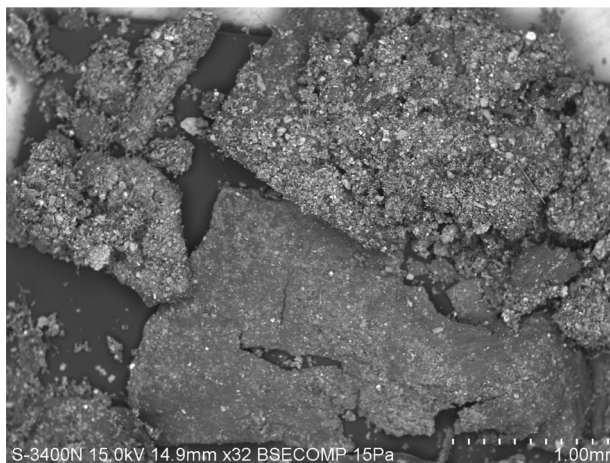


Рис. 1. Агрегаты из природных минералов и растительного детрита из образца снега, собранного в районе Первомайского парка. Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах. Увеличение x32.

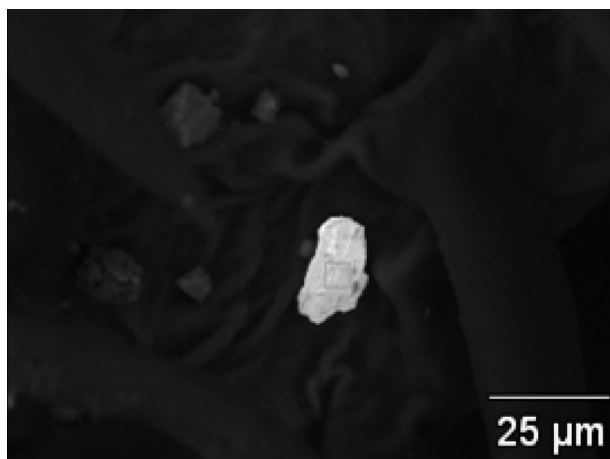


Рис. 2. Частица Bi из образца снега, собранного в районе, и состав микрочастиц из района перекрестка улиц Партизанская – Ленина по данным энергодисперсионного анализа (табл. 2). Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах. Масштабный отрезок – 25 мкм

Таблица 2

Состав микрочастиц из района перекрестка улиц Партизанская – Ленина по данным энергодисперсионного анализа

Элемент	Масс. %
O	31,78±0,36
Ca	1,53±0,07
Si	4,62±0,06
C	39,68±0,21
Mg	0,64±0,03
Bi	20,07±0,27
Fe	1,67±0,11
Итого	100,00

Примечание. Масс. % – массовый процент

Главный источник металлов в данных районах – автотранспорт. Наиболее вероятными поставщиками частиц металлов в атмосферу являются: механический и химический износ двигателя внутреннего сгорания

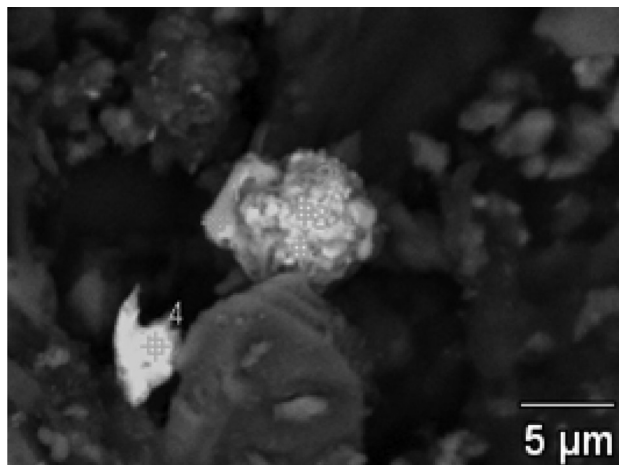


Рис. 3. Полиметаллическая частица, содержащая Ni, Co, Si, Fe, и частица Ba из образца снега, собранного в районе перекрестка улиц Горького – Партизанская и состав микрочастиц по данным энергодисперсионного анализа (табл. 3). Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах. Масштабный отрезок – 5 мкм

Таблица 3
Состав микрочастиц из района перекрестка улиц Горького – Партизанская по данным энергодисперсионного анализа, масс. %

Элемент	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 3	Спектр 4
O	32,01±0,27	25,38±0,18	13,81±0,20	32,30±0,26
Ca				2,47±0,05
Al	2,73±0,07	2,97±0,05	4,12±0,09	4,03±0,07
Si	1,74±0,04	1,46±0,03	4,13±0,08	6,60±0,09
C	11,28±0,11	10,63±0,08	15,49±0,15	17,25±0,14
S				8,62±0,06
Na			1,18±0,10	1,34±0,04
K				0,62±0,07
Mg			0,46±0,04	
Ni	3,36±0,24	25,23±0,45	23,63±0,79	
Ba				25,60±0,42
Fe	41,55±0,52	15,73±0,25	9,28±0,39	1,15±0,23
Co	5,75±0,49	18,61±0,36	27,90±0,69	
Cu	1,57±0,27			
Итоги	100,00	100,00	100,00	100,0

(высоко- и низкоуглеродистые стали, чугуна, Pb, Sn, Cu, Cr, Zn); моторное масло (аккумулятор продуктов износа двигателя, реметаллизаторы), топливо (антидетонаторы с Mn, Ni, Fe), элементы системы глушителя и каталитических нейтрализаторов (жаропрочные сплавы на основе Fe, Ni, Mg, Zn и Co, катализаторы с Ag, Pt и Ir) [9, 13, 14].

Атмосфера в районах отбора проб 3 (район ТЭЦ), 7 (район ТЭЦ), по результатам лазерной гранулометрии [5], содержит в себе частицы взвесей менее 10 мкм в достаточно значимом количестве (от 20 до 100 %). Это позволяет отнести их к районам с повышенной экологической нагрузкой.

С точки зрения вещественного анализа районы,

расположенные недалеко от ТЭЦ, отличаются наличием в пробе сажевых частиц при полном преобладании минеральной взвеси.

В этом же районе были обнаружены частицы W (рис. 4 и табл. 4).

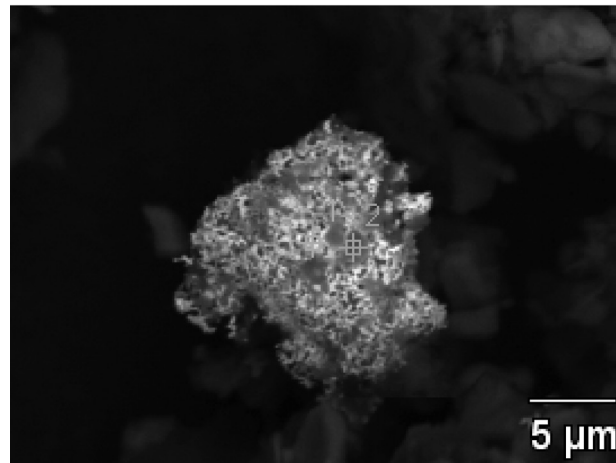


Рис. 4. Микрочастица W из образца снега, собранного в районе ТЭЦ, и её состав по данным энергодисперсионного анализа (табл. 4). Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах. Масштабный отрезок – 5 мкм

Таблица 4
Состав микрочастицы W из района ТЭЦ по данным энергодисперсионного анализа, масс. %

Элемент	Спектр 1	Спектр 2
C	8,82±0,13	16,61±0,14
O	7,30±0,24	22,01±0,22
Mg		12,39±0,09
Al	1,70±0,10	2,00±0,08
W	82,19±0,56	46,99±0,34
Итоги	100,00	100,0

Преобладание минеральных, а не сажевых частиц в близких к ТЭЦ районах объясняется тем, что географически эти районы относятся к равнинным участкам без естественных преград с сильными ветрами.

В пробах близких к железнодорожным узлам районов (9, 10 и 25) преобладают микрочастицы Fe и сажи.

Самая опасная по размерам фракция частиц с диаметром от 10 до 120 нм встречается в районе станции отбора 21 (транспортное кольцо ул. Театральной) [5]. После обнаружения высокой концентрации наночастиц во взвеси с помощью лазерной гранулометрии (табл. 5) мы предположили, что они представлены металлами или их оксидами – продуктами «пыления» гальванического цеха.

Источником наночастиц может быть ОАО «Судостроительный завод имени Октябрьской революции». В пользу этой гипотезы говорил тот факт, что на официальном сайте предприятия указано, что оно «выполняет работы по подготовке стальных поверхностей под нанесение цинкового покрытия» (<http://www.nelma.amur.ru>).

Таблица 5

Морфометрические параметры частиц во взвеси по результатам гранулометрического анализа на лазерном анализаторе частиц Fritch Analysette 22 NanoTec

Размер частиц, мкм	0,01–0,12	4–10	10–30	40–50
Содержание, в %	36	20	24	20
Средний арифметический диаметр, мкм	13,07			
Мода, мкм	16,29			
Медиана, мкм	7,41			
Отклонение, мкм ²	214,29			
Среднеквадратичное отклонение, мкм	14,64			
Коэффициент отклонения, %	111,97			
Удельная поверхность, см ² /см ³	216 962,66			

При исследовании с помощью сканирующего электронного микроскопа во вторичных электронах в пробах из района кольца улицы Театральной были визуализированы нано- и микрочастицы металлов, которые путем энергодисперсионного анализа были идентифицированы как Fe, Cr, Ca (рис. 5).

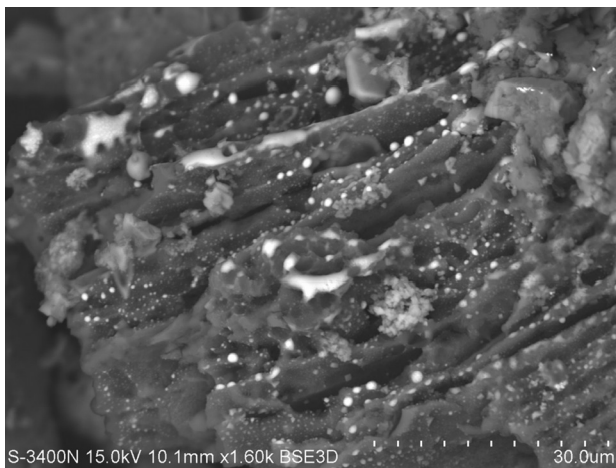


Рис. 5. Полиметаллические нано- и микрочастицы, состоящие из Fe, Cr и Ca, сорбированные на органическом детрите, из образца снега, собранного в районе транспортного кольца по улице Театральной, около ОАО «Судостроительный завод имени Октябрьской революции». Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах. Увеличение $\times 1600$

Наночастицы этого гранулометрического профиля нами ранее были обнаружены и верифицированы как частицы хрома и железа и (или) их оксидов с помощью атомно-адсорбционной спектроскопии, масс-спектрометрии высокого разрешения с индуктивно связанной плазмой и сканирующей электронной микроскопией в г. Уссурийске около локомотивно-ремонтного завода (также имеется гальваническое производство) [4].

Обсуждение результатов

Крупные и средние автотранспортные узлы являются поставщиком в атмосферу микрочастиц резины, асфальта, а также разнообразных металлов и их

оксидов. Как показывают последние исследования в области нанотоксикологии, именно нано- и микрочастицы металлов обладают наиболее ярко выраженной токсичностью [10–12].

Железнодорожные развязки являются источником микрочастиц Fe и сажи, которые попадают в атмосферу из-за трения металлических поверхностей и работы дизельных двигателей тепловозов.

В качестве важного наблюдения стоит отметить, что гальваническое производство, размещенное в населенном пункте, является источником поступления в атмосферу города наиболее опасной фракции металлов — наночастиц.

В итоге, исходя из вещественного состава взвесей и их опасности для здоровья, Благовещенск можно условно разделить на три группы районов:

- неблагоприятные для проживания (гальваническое производство, крупные автотранспортные и железнодорожные узлы) — их атмосферные взвеси содержат преимущественно микрочастицы сажи, резины, а также нано- и микрочастицы металлов и их оксидов;

- условно неблагоприятные для проживания (средние автотранспортные узлы, ТЭЦ) — в атмосферных взвесях содержатся преимущественно микрочастицы минералов, горных пород, сажи, техногенного неопределяемого мусора, микрочастицы металлов и их оксидов;

- условно благоприятные для проживания (пригородные и лесопарковые зоны) — их атмосферные взвеси содержат микро- и макрочастицы природных минералов и горных пород, растительный детрит.

С учетом результатов гранулометрического анализа [5] можно отметить, что типичными частицами атмосферных взвесей Благовещенска, крупного континентального города, находящегося на берегу двух крупных рек, с небольшим прессом предприятий и автотранспорта, являются микрочастицы горных пород и минералов (силикаты) и техногенные взвеси (сажа) второго, третьего и седьмого размерных классов со средней удельной поверхностью.

Это позволяет отнести город к числу экологически относительно благополучных и отметить, что атмосферные взвеси Благовещенска в целом отражают экологические и географические предпосылки к их составу.

Список литературы

1. Голохваст К. С., Христофорова Н. К., Кичу П. Ф., Гульков А. Н. Гранулометрический и минералогический анализ взвешенных в атмосферном воздухе частиц // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011. №2 (40). С. 94–100.
2. Голохваст К. С., Чекрыжов И. Ю., Паничев А. М., Кичу П. Ф., Христофорова Н. П., Гульков А. Н. Первые данные по вещественному составу атмосферных взвесей Владивостока // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13, № 1(8). С. 1853–1857.
3. Голохваст К. С., Алейникова Е. А., Никифоров П. А., Гульков А. Н., Христофорова Н. К. Гранулометрический

анализ взвешенных микрочастиц в атмосферных осадках г. Хабаровска // Вода: химия и экология. 2012. № 6. С. 117–122.

4. Голохваст К. С., Соболева Е. В., Никифоров П. А., Чекрызов И. Ю., Сафронов П. П., Романова Т. Ю., Христофорова Н. К. Нано- и микрочастицы металлов в городской атмосфере (на примере городов Владивосток и Уссурийск) // Химия в интересах устойчивого развития. 2013. № 2. С. 129–134.

5. Голохваст К. С., Чапленко Т. Н., Никифоров П. А., Чайка В. В., Памирский И. Э., Христофорова Н. К., Путьков А. Н. Гранулометрический анализ атмосферных взвесей города Благовещенска // Экология человека. 2013. № 7. С. 34–39.

6. Котельникова И. М., Куимова Н. Г., Павлова Л. М., Сергеева А. Г., Шумилова Л. П. Полициклические ароматические углеводороды в твердых частицах снежного покрова как показатели загрязнения городской атмосферы // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13, № 1(6). С. 1341–1346.

7. Куимова Н. Г., Радомская В. И., Павлова Л. М., Жилин О. В., Радомский С. М., Березина О. В. Особенности химического и микробиологического состава снежного покрова г. Благовещенска // Экология и промышленность России, 2007. № 2. С. 30–33.

8. Сергеева А. Г., Куимова Н. Г. Снежный покров как индикатор состояния атмосферного воздуха в системе санитарно-экологического мониторинга // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011. № 40. С. 100–104.

9. Dubiella-Jackowska A., Polkowska Z., Namieñnik J. Platinum group elements in the environment: emissions and exposure // Rev. Environ. Contam. Toxicol. 2009. Vol. 199. P. 111–135.

10. Foldbjerg R., Irving E. S., Hayashi Y., Sutherland D. S., Thorsen K., Autrup H., Beer C. Global gene expression profiling of human lung epithelial cells after exposure to nanosilver // Toxicological Sciences. 2012. Vol. 130 (1). P. 145–157.

11. Gualtieri M., Skuland T., Iversen T.-G., Lag M., Schwarze P., Bilaničová D., Pojana G., Refsnes M. Importance of agglomeration state and exposure conditions for uptake and pro-inflammatory responses to amorphous silica nanoparticles in bronchial epithelial cells // Nanotoxicology. 2012. Vol. 6 (7). P. 700–712

12. Kan H., Wu Z., Young S.-H., Chen T.-H., Cumpston J. L., Chen F., Kashon M. L., Castranova V. Pulmonary exposure of rats to ultrafine titanium dioxide enhances cardiac protein phosphorylation and substance P synthesis in nodose ganglia // Nanotoxicology. 2012. Vol. 6 (7). P. 736–745.

13. Kleeman M. J., Riddle S. G., Robert M. A., Jakober C. A. Lubricating oil and fuel contributions to particulate matter emissions from light-duty gasoline and heavy-duty diesel vehicles // Environ. Sci. Technol. 2008. Vol. 42(1). P. 235–42.

14. Wiseman C. L., Zereini F. Airborne particulate matter, platinum group elements and human health: a review of recent evidence // Sci. Total. Environ., 2009. Vol. 407(8). P. 2493–2500.

References

1. Golokhvast K. S., Khristoforova N. K., Kiku P. F., Gul'kov A. N. Granulometric and mineralogical analysis of airborne suspended particles. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya* [Bulletin of Respiration Physiology and Pathology]. 2011. № 2 (40). С. 94–100. [in Russian]

2. Golokhvast K. S., Chekryzhov I. Yu., Panichev A. M.,

Kiku P. F., Khristoforova N. P., Gul'kov A. N. The first data on material composition of atmospheric suspensions in Vladivostok City. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN* [Bulletin of Samara Scientific Centre of Russian Academy of Sciences (RAS)]. 2011, vol. 13, no. 1(8), pp. 1853-1857. [in Russian]

3. Golokhvast K. S., Aleinikova E. A., Nikiforov P. A., Gul'kov A. N., Khristoforova N. K. Size analysis of suspended micro particles in rainfalls of Khabarovsk City. *Voda: himija i ekologija* [Water: chemistry and ecology]. 2012, 6, pp. 117-122. [in Russian]

4. Golokhvast K. S., Soboleva E. V., Nikiforov P. A., Chekryzhov I. Yu., Safronov P. P., Romanova T. Yu., Khristoforova N. K. Nano and micro metal particles in urban atmosphere (for Vladivostok and Ussuriysk cities as examples). *Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya* [Chemistry for Sustainable Development]. 2013, 2, pp. 129-134. [in Russian]

5. Golokhvast K. S., Chaplenko T. N., Nikiforov P. A., Chaika V. V., Pamiirskii I. E., Khristoforova N. K., Gul'kov A. N. Granulometric Analysis of Atmospheric Suspensions of Blagoveshchensk City. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, 7, pp. 34-39. [in Russian]

6. Kotel'nikova I. M., Kuimova N. G., Pavlova L. M., Sergeeva A. G., Shumilova L. P. Polycyclical aromatic hydrocarbons in firm particles of snow cover as indicators of city atmosphere pollution. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN* [Bulletin of Samara Scientific Centre of Russian Academy of Sciences (RAS)]. 2011, 13, 1(6), pp. 1341-1346. [in Russian]

7. Kuimova N. G., Radomskaya V. I., Pavlova L. M., Zhilin O. V., Radomskii S. M., Berезина O. V. Features of snow cover chemical and microbiological composition in Blagoveshchensk. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and Industry of Russia]. 2007, 2, pp. 30-33. [in Russian]

8. Sergeeva A. G., Kuimova N. G. Snow cover as indicator of atmospheric air condition in system of sanitary-ecological monitoring. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya* [Bulletin of Respiration Physiology and Pathology]. 2011, 40, pp. 100-104. [in Russian]

9. Dubiella-Jackowska A., Polkowska Z., Namieñnik J. Platinum group elements in the environment: emissions and exposure. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 2009, 199, pp. 111-135.

10. Foldbjerg R., Irving E. S., Hayashi Y., Sutherland D. S., Thorsen K., Autrup H., Beer C. Global gene expression profiling of human lung epithelial cells after exposure to nanosilver. *Toxicological Sciences.* 2012, 130 (1), pp. 145-157.

11. Gualtieri M., Skuland T., Iversen T.-G., Lag M., Schwarze P., Bilaničová D., Pojana G., Refsnes M. Importance of agglomeration state and exposure conditions for uptake and pro-inflammatory responses to amorphous silica nanoparticles in bronchial epithelial cells. *Nanotoxicology.* 2012, 6 (7), pp. 700-712

12. Kan H., Wu Z., Young S.-H., Chen T.-H., Cumpston J. L., Chen F., Kashon M. L., Castranova V. Pulmonary exposure of rats to ultrafine titanium dioxide enhances cardiac protein phosphorylation and substance P synthesis in nodose ganglia. *Nanotoxicology.* 2012, 6 (7). pp. 736-745.

13. Kleeman M. J., Riddle S. G., Robert M. A., Jakober C. A. Lubricating oil and fuel contributions to particulate matter emissions from light-duty gasoline and heavy-duty diesel vehicles. *Environ. Sci. Technol.* 2008, 42(1), pp. 235-42.

14. Wiseman C. L., Zereini F. Airborne particulate matter,

platinum group elements and human health: a review of recent evidence. *Sci. Total. Environ.* 2009, 407(8), pp. 2493-2500.

SUBSTANTIAL ANALYSIS OF ATMOSPHERIC SUSPENSIONS IN BLAGOVESHCHENSK CITY

K. S. Golokhvast, *T. N. Chaplenko, **I. E. Pamirsky

Far East Federal University, Vladivostok

**Allergic Immunological Center "ImmunoVital",
Blagoveshchensk*

***Institute of Geology and Nature Management FEB RAS,
Blagoveshchensk, Russia*

In the paper, results of a substantial study of nano- and microparticles of atmospheric suspensions contained in snow in winter 2011-2012 in Blagoveshchensk have been presented. Distribution of airborne particles of different origin in 25 areas of sampling differing in anthropogenic loadings has been determined. Large and average-sized traffic centers supply in the atmosphere microparticles of rubber, asphalt and

various metals and their oxides (Fe, Ni, Co, Cu, Fe, Bi, W). Railway junctions are a source of microparticles of Fe and soot which get to the atmosphere because of friction of metal surfaces and diesel locomotive engines operation. Parks and suburban districts are a source of micro- and macroparticles of natural minerals and rocks and of vegetable detritus. It has been shown that composition of atmospheric suspensions of Blagoveshchensk completely corresponded to ecogeographical prerequisites - the bank of two large rivers, small impact of enterprises and motor transport, a large railway junction.

Keywords: suspension, microparticles, scanning electronic microscopy, ecological factors

Контактная информация:

Голохваст Кирилл Сергеевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации

Адрес: 690990, г. Владивосток, ул. Пушкинская, д. 37

Тел./факс (423) 222-64-51

E-mail: droopy@mail.ru