

В работе приведены предварительные результаты исследования нано- и микрочастиц атмосферных взвесей, содержащихся в снеге, на примере г. Владивосток. Продемонстрировано применение лазерного анализатора частиц для изучения состава и содержания взвесей атмосферных осадков.

Введение

Природные взвеси в атмосфере и гидросфере изучаются специалистами разных отраслей знаний и в последнее время привлекают повышенное внимание экологов и врачей [1-3], поскольку установлена связь между показателями воздушной и водной среды и заболеваемостью населения [4]. Внимание специалистов биомедицинского профиля привлекают природные и антропогенные наночастицы [5-8]. Например, количество наночастиц в городах на высоте около 100 м от земли оценивается в 45000 шт/см³ [2].

Природные взвеси (естественные атмосферные аэрозоли), согласно классификации [9] делятся по происхождению на вулканическую пыль, микрометеоритные космические аэрозоли, пылевые почвенные аэрозоли, смог и пыль лесных пожаров и торфяников. Второй большой группой, согласно этой классификации, являются антропогенные аэрозоли, в том числе радиоактивные и техногенные (топливно-энергетические, промышленные, транспортные). Согласно имеющимся данным [2, 10] в океанической воздушной пыли преобладают галиты и сульфаты, в континентальной – кварц, частицы углерода, сульфаты, силикаты, алюмосиликаты, самородное железо, вюстит, сульфиды и многие другие. В атмосфере городов в подавляющем большинстве определяются частицы сажи, резины, асфальта, продуктов горения пластмасс и т.д. [6-8].

Имеющиеся методики исследования природных взвесей позволяют определять элемент-

К.С. Голохваст*,

кандидат биологических наук, заместитель директора, Институт нефти и газа Дальневосточного государственного технического университета, Дальневосточный государственный университет, НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения СО РАМН

Н.К. Христофорова,

доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой общей экологии, Дальневосточный государственный университет



ный и физико-химический состав. Забор воздушной взвеси проводится с помощью пробоотборников с оголовниками на PM10, PM4, PM2,5 и PM1, а водной взвеси с помощью пробоотборников или центрифуг с мембранными ультрафильтрами с диаметром пор до 40 мкм [1, 11].

Мы проводили исследования нано- и микрочастиц снега с помощью лазерного анализатора частиц Fritch, позволяющего устанавливать размеры, формфактор, площадь поверхности и другие физические характеристики нано- и микрочастиц, входящих в состав осадков.

Материалы и методы исследования

Пробы снега (N=5) собирались в 6 районах г. Владивосток: Первая речка, Вторая речка, Пушкинская, Эгершельд, Садгород и Емар (рис. 1).

Снег собирался в момент снегопада в марте 2010 г. в г. Владивосток, Приморский край. Районы для сбора снега были выбраны с учетом имеющихся предварительных данных экологического мониторинга. Снимали верх-

* Адрес для корреспонденции: droopy@mail.ru



← **Рис. 1.** Районы г. Владивосток, в которых проводились отборы проб.

1 – Эгершельд, 2 – ул. Пушкинская, 3 – Первая речка, 4 – Вторая речка, 5 – Бухта Емар, 6 – Садгород.

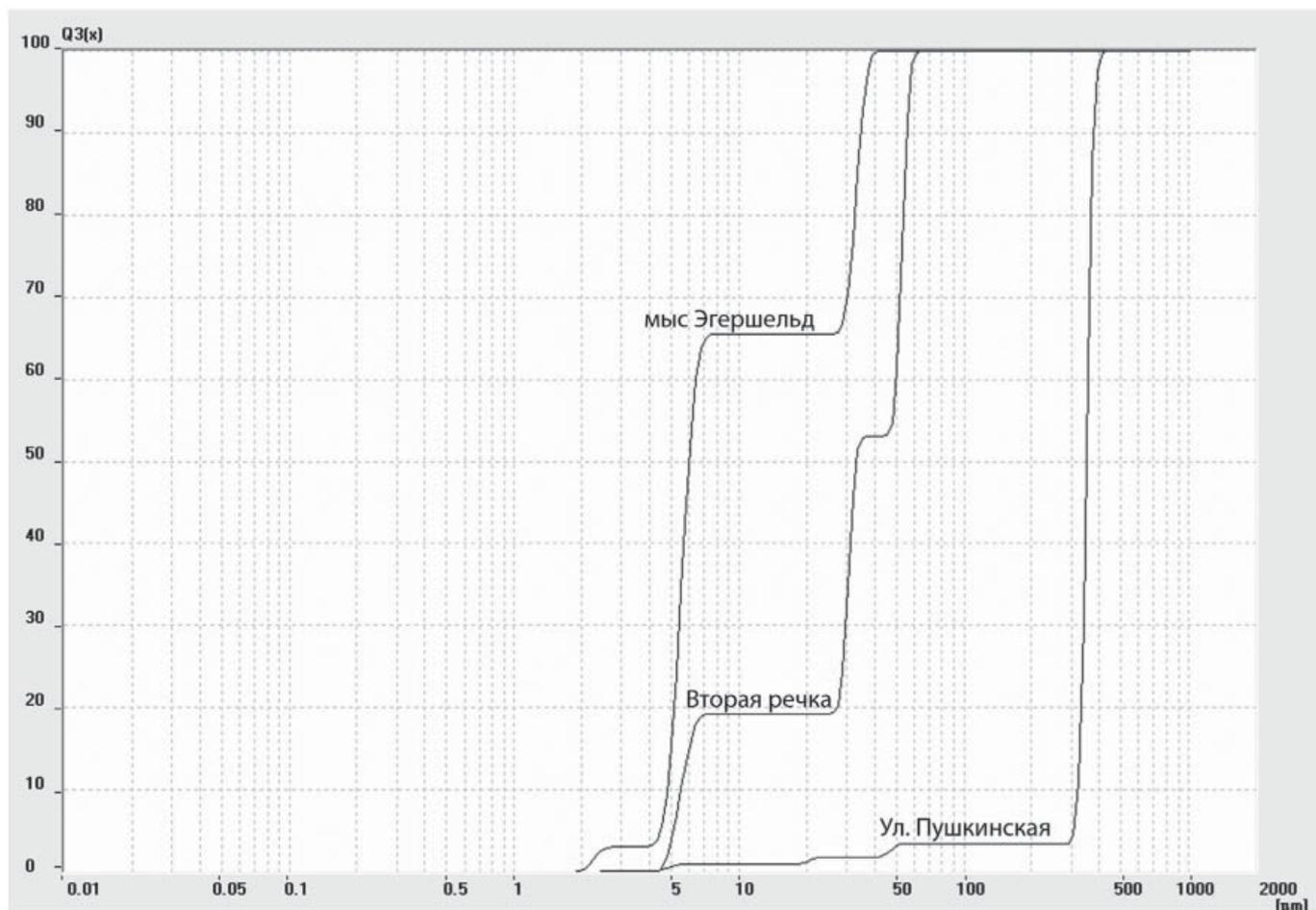
ний слой (5-10 см) только что выпавшего снега для исключения вторичного загрязнения антропогенными аэрозолями и помещали в стерильные контейнеры объемом 1 л. Затем из каждого образца растаявшего снега отбирали по 40 мл жидкости и анализировали на лазерном анализаторе частиц Fritch Analysette 22 Nano Tec (Fritch).

Результаты и их обсуждение

Данные о размерах и процентном соотношении фракций в пробах приведены на *рис. 2 и 3.*

Ниже приводится описание исследуемых фракций. Согласно классификации [12] авторы различают по размерам три класса аэрозольных частиц: мелкодисперсные

↓ **Рис. 2.** График размера и процентного соотношения фракций в районах Эгершельд, Вторая речка и Пушкинская.



($r \leq 0,1$ мкм), среднedisперсные ($0,1$ мкм $< r < 1$ мкм) и грубодисперсные ($r \geq 1$ мкм).

Мы предлагаем при анализе природных взвесей выделять классы частиц размером от 1) 0,1 до 1 мкм, 2) от 1 до 10, 3) от 10 до 50, 4) от 50 до 100 и 5) более 100 мкм. Необходимо отметить, что классификации частиц природных взвесей по размеру не учитывают состав и физико-химические характеристики компонентов. Результаты разделения по фракциям и физико-техническим характеристикам частиц взвесей, обнаруженных в снеге, приведены в *табл. 1*).

Заключение

Полученные данные носят предварительный характер, однако позволяют провести первичное районирование г. Владивосток по составу и содержанию нано- и микрочастиц в атмосферных взвешах.

Наиболее опасными с точки зрения имеющих в литературе данных [13] можно считать частицы размером от 50-100 нм до 1 мкм. Они были обнаружены в районе Первая речка, где повышен грузопоток транспорта и близко находится железнодорожная развязка. Мелкодисперсные фракции, вторые по потенциальной опасности, в значимых концентрациях (более 20 % от общего числа частиц) от 1 до 10 мкм обнаруживались в районах Вторая речка, Эгершельд. Эти районы характеризуются наличием большого грузопотока автотранспорта, морского порта и железнодорожной развязки (Эгершельд). Частицы нано- и микродиапозона по имеющимся литературным данным [13] относятся, скорее всего, к частицам сажи. Более крупные частицы (от 10 до 100 мкм) также имеют антропогенное происхождение и, возможно, являются сажой, фрагментами асфальта и автомобильной резины. В образцах из района Емар преобладают наименее опасные с точки зрения экологии и гигиены частицы размером более 100 мкм (вплоть до мм), которые визуальнo представляют собой песок и гравий. Районы Садгород и Емар в целом считаются относительно благополучными по экологической нагрузке.

Изучение нано- и микрочастиц атмосферных взвесей в осадках может быть использовано как в фундаментальных, так и прикладных отраслях экологии, геоэкологии и гигиены.

Литература

1. Антоненков Д.А. Особенности применения различных методов исследования размерного состава и концентрации взвешенно-

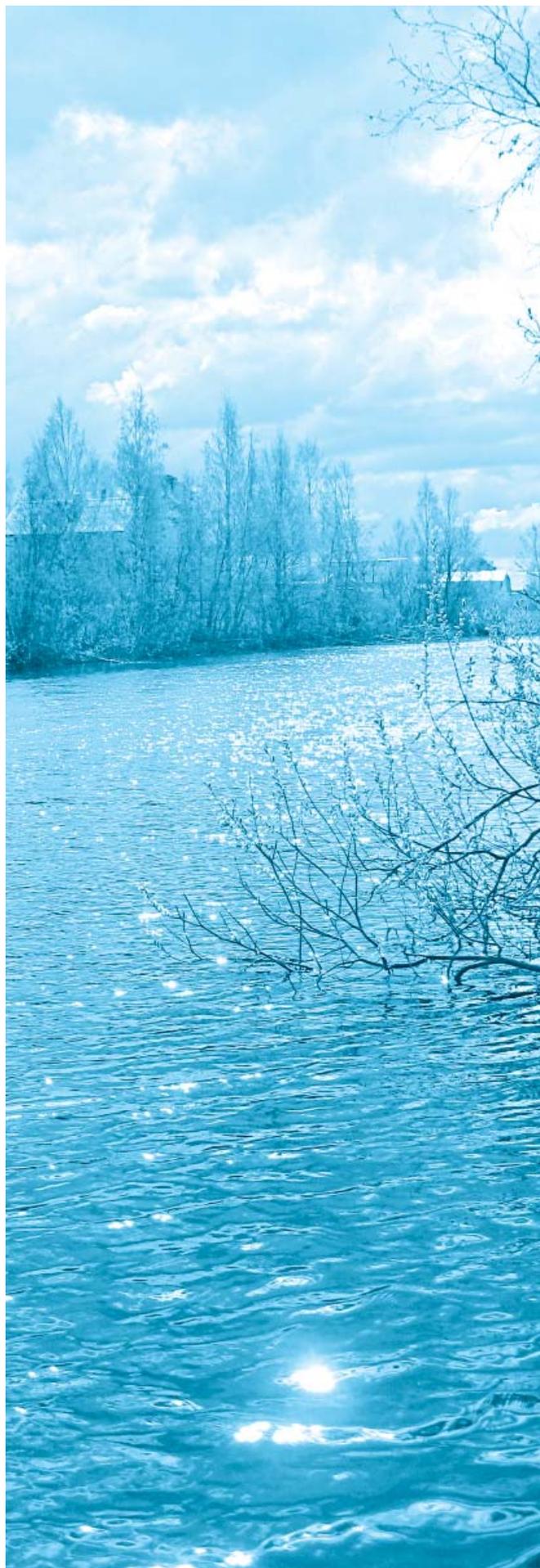
П.Ф. Кику,
доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией медицинской экологии, НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения СО РАМН

А.М. Паничев,
доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии и охраны животных, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

Е.Г. Автомонов,
стажер-исследователь, Институт нефти и газа Дальневосточного государственного технического, ЗАО ДВНИПИ нефтегаз

П.А. Никифоров,
кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии металлов и металловедения, Институт механики, автоматизации и передовых технологий Дальневосточного государственного технического университета

А.Н. Гульков,
доктор технических наук, профессор, директор, Институт нефти и газа Дальневосточного государственного технического, ЗАО ДВНИПИ нефтегаз



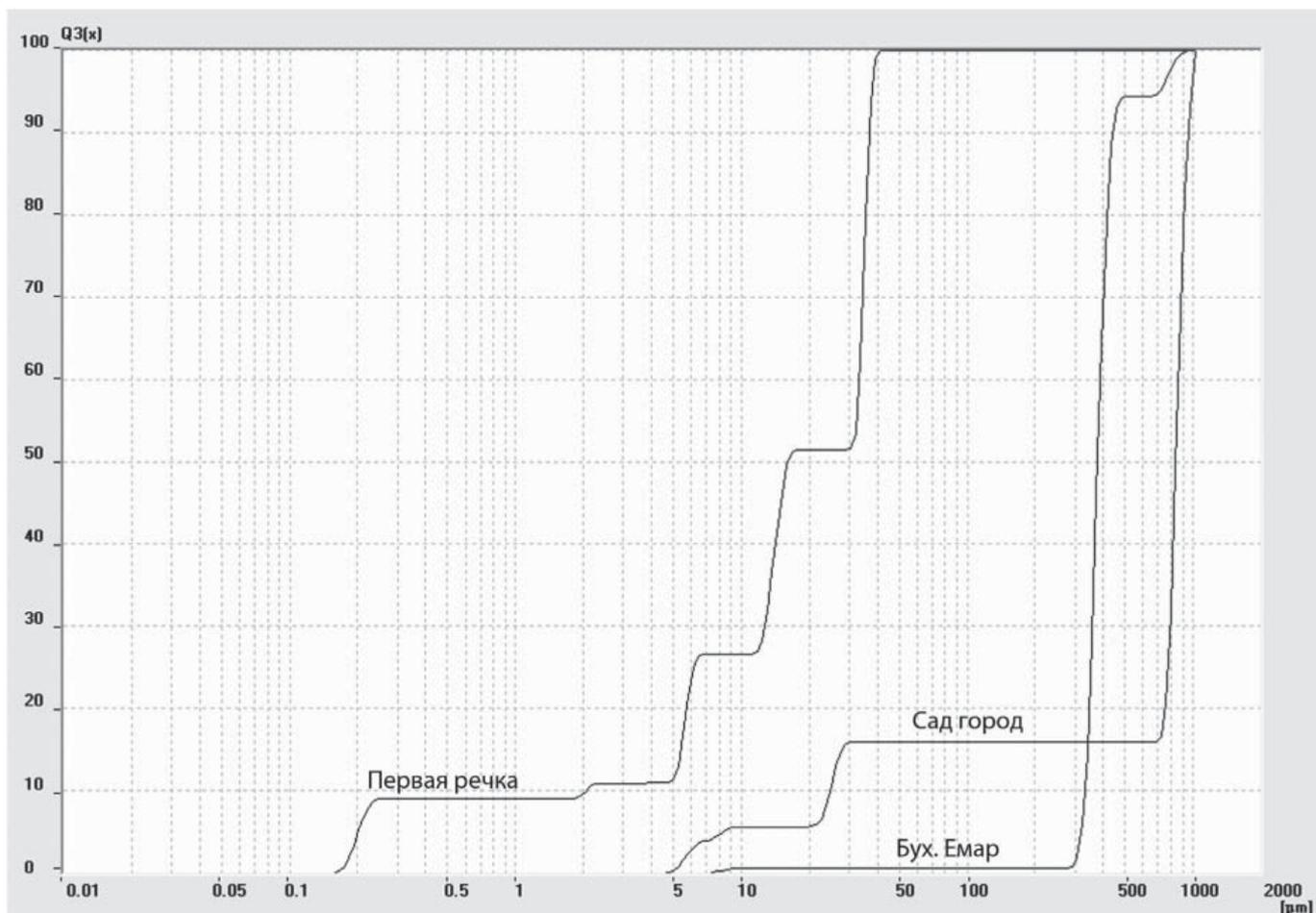


Рис. 3. График размера и процентного соотношения фракций в районах Первая речка, Садгород и Емар.

го в воде вещества // Вестник СевДТУ, 2009. Вып. 97: Механика, энергетика, экология. С. 181-187.

2. Богатиков О.А. Неорганические наночастицы в природе // Вестник РАН, 2003. Т. 73, № 5. С. 426-428.

3. Кравчишина М.Д., Взаимосвязь взвеси и микроорганизмов в водах Белого моря / М.Д. Кравчишина, И.Н. Мицкевич, Е.Ф. Веслополова, В.П. Шевченко, А.П. Лисицын // Океанология, 2008. Т. 48. № 6. С. 900-917.

4. Хотимченко С.А. Проблема обеспечения безопасности наноразмерных объектов для здоровья человека / С.А. Хотимченко, И.В. Гмошинский, В.А. Тутельян // Гигиена и санитария, 2009. № 5. С. 7-11.

Таблица 1

Распределение частиц в снеге по фракциям

Фракция / район	Первая речка	Вторая речка	Мыс Эгершельд	Ул. Пушкинская	Садгород	Бухта Емар
1	150-300 нм/10 %					
2	2-3 мкм/2-3 %	4-8 мкм/20 %	2-3 мкм/5 %	2-5 мкм/2 %	5-10 мкм/5 %	6-10 мкм/2 %
	5-7 мкм/15-17 %		4-8 мкм/65 %			
3	12-20 мкм/20-25 %	30-40 мкм/35 %	30-45 мкм/30 %	15-20 мкм/2 %	25-35 мкм/10 %	
	40-50 мкм/50 %					
4		40-70 мкм/55 %		40-50 мкм/2 %		
5				200-450 мкм/94 %	400-1000 мкм/85 %	300-500 мкм/95 %
						600-1000 мкм/3 %

5. Куценогий К.П. Аэрозоли Сибири. Итоги семилетних исследований / К.П. Куценогий, П.К. Куценогий // Сибирский экологический журнал, 2000. № 1. С. 11-20.
6. Medina, S. APHEIS Health Impact Assessment of Air Pollution and Communications Strategy. Third year report / Medina S. et al. – Institut de Veille Sanitaire, Saint-Maurice, 2005. 232 p.
7. Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide // Report on a WHO working group meeting, Bonn, Germany, 13–15 January, 2003. 98 p.
8. Peters, A. Respiratory effects are associated with the number of ultrafine particles / Peters A. et al. // Am. J. Respir. Crit. Care Med., 1997. № 155. P. 1376-1383
9. Глушко А.А. Экстремальная экология (человека и природы) // Инженерная экология, 2010. № 1 (91). С. 4-24.
10. Юшкин Н.П. Минеральный мир и здоровье человека // Вестник отделения наук о

Ключевые слова:
 снег,
 взвеси,
 наночастицы,
 микрочастицы,
 экологический фактор

Земле РАН, № 1(22)» 2004. – Тезисы доклада на общем собрании Отделения наук о Земле РАН 15.12.2003 г., г. Москва. URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2004/scpub-1.pdf

11. Кравчишина М.Д. Взаимосвязь взвеси и микроорганизмов в водах Белого моря / М.Д. Кравчишина, И.Н. Мицкевич, Е.Ф. Веслополова, В.П. Шевченко, А.П. Лисицын // Океанология, 2008. Т. 48. № 6. С. 900-917.
12. Ивлев Л.С. Физика атмосферных аэрозольных систем / Л.С. Ивлев, Ю.А. Довгалюк. СПб.: НИИХ СПбГУ, 1999. 194 с.
13. Хотимченко С.А. Проблема обеспечения безопасности наноразмерных объектов для здоровья человека / С.А. Хотимченко, И.В. Гмошинский, В.А. Тутельян // Гигиена и санитария, 2009. № 5. С. 7–11.



K.S. Golokhvast, N.P. Khristoforova, P.F. Kiku, A.M. Panichev, E.G. Avtomonov, P.A. Nikiforov, A.N. Gulkov

ANALYSIS OF NANO- AND MICRO PARTICLES IN THE SNOW OF VLADIVOSTOK

The paper presents the preliminary results of the study of nano- and micro air suspensions, contained in the snow of Vladivostok. Application of the

laser particle analyzer for qualitative and quantitative study of sediment precipitation composition has been shown.

Key words: snow, suspension, nanoparticles, microparticles, ecological factors