

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЗВЕШЕННЫХ МИКРОЧАСТИЦ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ

г. Хабаровск

Приведены результаты исследования нано- и микрочастиц атмосферных взвесей, содержащихся в снеге г. Хабаровск зимой 2011-2012 гг. Показано применение лазерного анализатора частиц для изучения качественного и количественного состава взвесей атмосферных осадков. Выявлено распределение взвешенных в воздухе частиц различных размеров и генезиса в различающихся антропогенной нагрузкой районах города.

Введение

Взвешенные в атмосфере частицы оказывают существенное влияние на качество воздуха, климат и, несомненно, влияют на живые организмы, обитающие на Земле. Исследование продолжает серию работ, посвященных сбору данных о количественном (гранулометрическом и фракционном), а также качественном (минералогическом и химическом) составе взвесей городов Дальнего Востока [1, 2].

С использованием метода гранулометрического анализа взвесей, находящихся в атмосферных осадках, проведен минералогический анализ.

Материалы и методы исследования

Пробы снега собирались в момент снегопада зимой 2011 г. на шести станциях в г. Хабаровск, различающихся экологическими условиями по созданной нами методике [3]. Гранулометрический анализ осуществляли на лазерном анализаторе частиц Analysette 22 NanoTech (фирма Fritsch). Наиболее экологически напряженными являются станции, находящиеся в Центральном районе (отмечено максимальное скопление автотранспорта), районе Железнодорожного вокзала и Нефтепере-

К.С. Голохваст*,
кандидат
биологических наук,
доцент кафедры
нефтегазового дела
и нефтехимии,
Инженерная школа,
ФГАОУ ВПО
Дальневосточный
федеральный
университет

Е.А. Алейникова,
аспирант, ФГБОУ
ВПО Тихоокеанский
государственный
университет

П.А. Никифоров,
кандидат технических
наук, старший
преподаватель
кафедры технологии
металлов
и металловедения,
Инженерная школа,
ФГАОУ ВПО
Дальневосточный
федеральный
университет



рабатывающего завода. Все территории с высоким уровнем техногенного воздействия, расположены в черте города.

Станция отбора № 1 Парк «Динамо» расположена в Центральном районе г. Хабаровск (ул. Карла Маркса, 62), в зоне негативного техногенного воздействия в «красном» квадрате, образованном пересечением четырех магистралей. Точка в Парке была выбрана в зоне с максимальной проходимость населения.

Станция отбора № 2 находится в районе Хабаровского нефтеперерабатывающего завода (ул. Металлистов, 17).

В Краснофлотском районе г. Хабаровск отбор проб снега осуществлялся в районе Детского санатория Амурский (ст. № 3). Оказываемое техногенное воздействие на данную территорию минимальное, поскольку она удалена от действующих источников загрязнения и интенсивность автотранспортного движения в этом районе минимальна.

Станция отбора № 4 расположена по ул. Ухтомского, в районе Железнодорожного вокзала г. Хабаровск.

* Адрес для корреспонденции: droopy@mail.ru

Отбор проводился в зоне воздействия ТЭЦ-3, расположенной в пригороде.

Станция отбора № 6 также расположена в районе Парка «Динамо», в зоне «Покоя», с минимальной посещаемостью населения.

Отбор проб проводился по указанным точкам дважды: 23.12.2011 г. (станции 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6) и 25.12.2011 г. (станции 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6).

Метеоусловия в г. Хабаровск на 23.12.2011 г. и 25.12.2011 г. приведены в *табл. 1*.

Результаты и их обсуждение

Согласно нашей классификации [1], аэрозольные частицы разделяются по размерам на пять классов: 1) от 0,1 до 1 мкм (соответствует PM1), 2) от 1 до 10 (соответствует PM10), 3) от 10 до 50 мкм, 4) от 50 до 100 и 5) более 100 мкм.

Размеры и процентное соотношение фракций в пробах взвеси показаны на рис. 1-10, данные о распределении частиц по фракциям получены на анализаторе для каждой из станций.

Обобщает эти рисунки *табл. 2*, позволяющая увидеть картину полностью. Как можно видеть, частицы с диаметром менее 10 мкм в

А.Н. Гульков,
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой нефтегазового дела и нефтехимии, Инженерная школа, ФГАОВ ВПО Дальневосточный федеральный университет

Н.К. Христофорова,
доктор биологических наук, профессор кафедры общей экологии, Школа естественных наук, ФГАОВ ВПО Дальневосточный федеральный университет

достаточно значимом количестве встречаются в районах 1-3, 1-4, 2-1, 2-2 и 2-5.

Наибольшее количество мелких частиц, взвешенных в атмосферном воздухе, выявлено в районах 2.1. В данных районах в воздухе содержатся самые опасные для здоровья человека фракции [4]. Это можно объяснить повышенным грузопотоком транспорта на перегоне ул. Карла Маркса и максимальным количеством пробок на дороге.

На станциях отбора проб 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 2-2, 2-4 и 2-5, было отмечено довольно высокое содержание взвесей с размером от 10 до 50 мкм.

Наиболее крупные частицы взвесей (до 1 мм) встречались в образцах из районов 1.6, 2.6 (Парк «Динамо»), 2.3 (Детский санаторий), 2.4 (Железнодорожный вокзал), как наиболее благоприятных районов для проживания.

Более детальные физические характеристики частиц взвеси, обнаруженных в снеге, которые также получены с помощью лазерного анализатора, приведены в *табл. 3*.

Следует обратить внимание на то, что частицы наиболее мелкого размерного состава обладают огромной удельной площадью поверхности (до 14421,33 см²/см³ в районе 2-1) и могут сорбировать на себе токсические вещества.

Таблица 1

Основные метеопараметры в течение дня отбора (min, max)

Дата	T, °C (min, max)	Po, мм. рт. ст. (min, max)	Относительная влажность, % (min, max)	Направление ветра, румбы (смена один раз в 3 ч)	Средняя скорость ветра за 2-минутный период на высоте 10-12 м над земной поверхностью, м/с (min, max)
23.12.2011 г.	-17,2; -19,7	756,4; 758	80; 84	ЗСЗ; З; З; ЗСЗ; З; ЗСЗ; ШТЛ; С	0; 4
Снег непрерывный слабый				Общая облачность 100 %	
25.12.2011 г.	-11,1; - 19,1	753,4; 757,1	81; 87	ЗСЗ; ЗСЗ; З; ЗСЗ; З; ЗЮЗ; ЗЮЗ; ЗЮЗ	2; 4
Снег непрерывный от слабого до умеренного				Общая облачность 100 %	



Станция 1-1.

Характеризуется наличием 3 фракций.

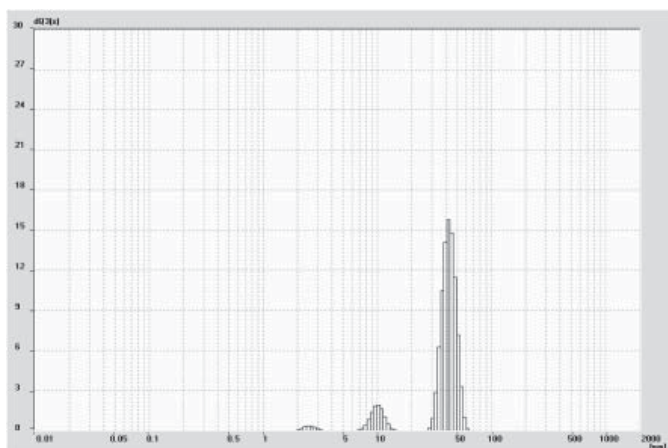


Рис. 1. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 1-1.

Станция 1-2.

Характеризуется наличием 4 фракций.

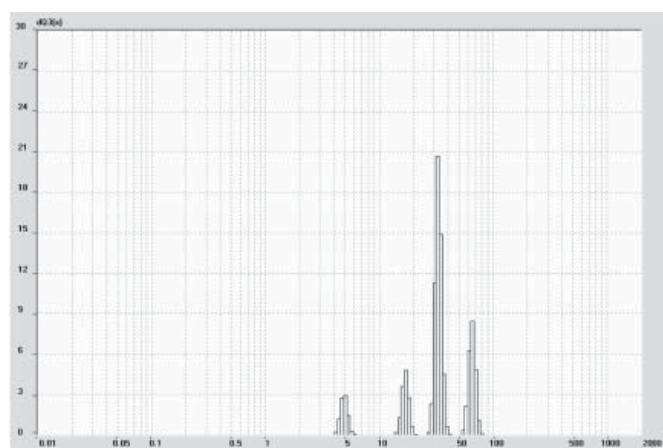


Рис. 2. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 1-2.

Станция 1-3.

Характеризуется наличием 2 фракций.

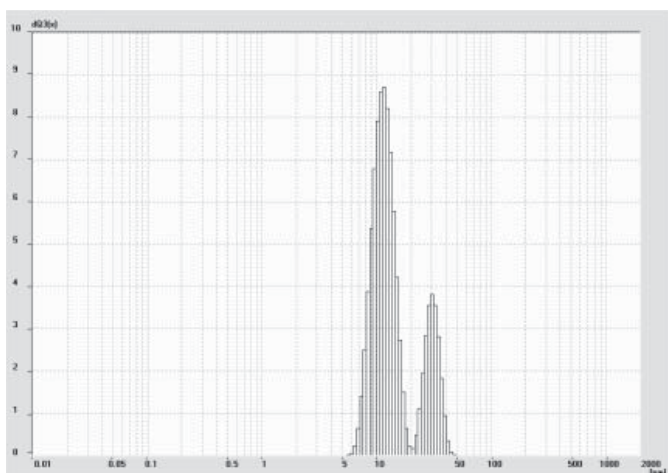


Рис. 3. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 1-3.

Станция 1-4.

Характеризуется наличием 3 фракций.

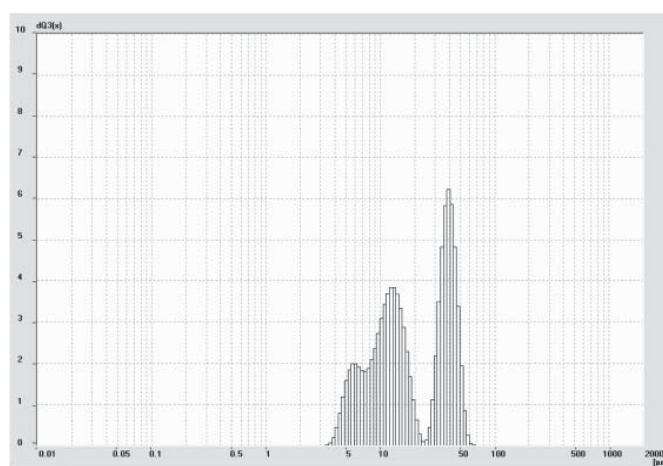


Рис. 4. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 1-4.

Станция 1-5.

Характеризуется наличием 8 фракций.

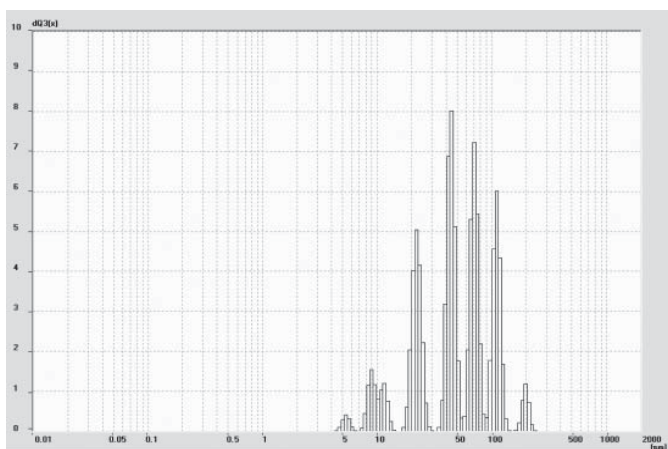


Рис. 5. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 1-5.

Станция 1-6.

Характеризуется наличием 5 фракций.

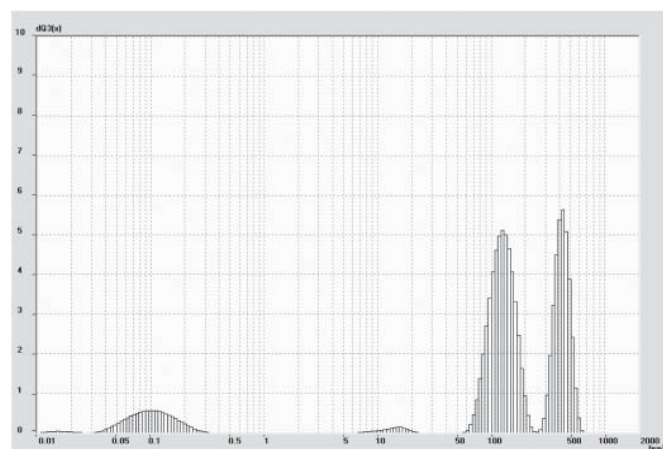


Рис. 6. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 1-6.

Станция 2-1.

Характеризуется наличием 1 фракции.

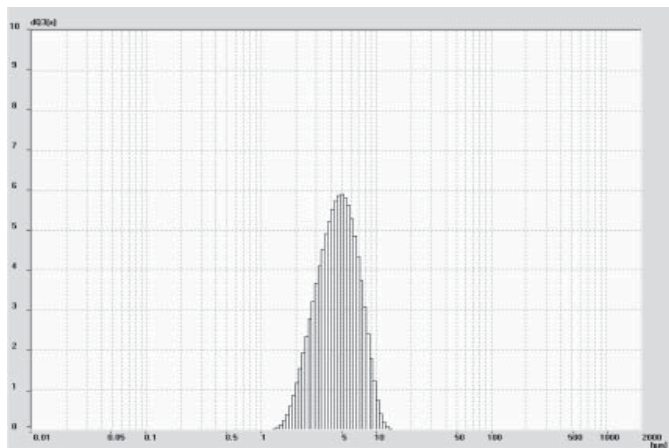


Рис. 7. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 2-1.

Станция 2-2.

Характеризуется наличием 3 фракций.

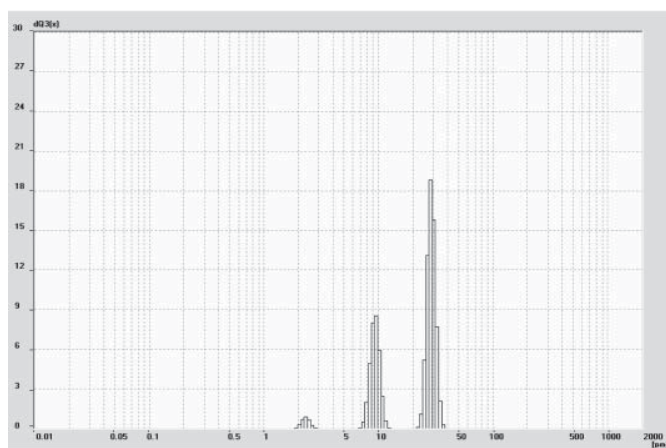


Рис. 8. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 2-2.

Станция 2-3.

Характеризуется наличием 5 фракций.

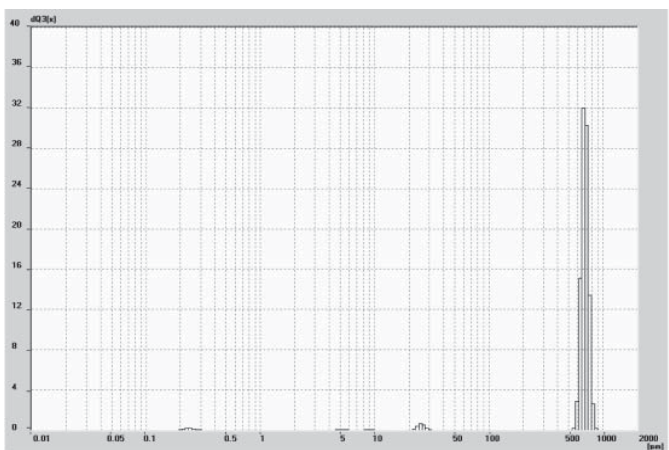


Рис. 9. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 2-3.

Станция 2-4.

Характеризуется наличием 8 фракций.

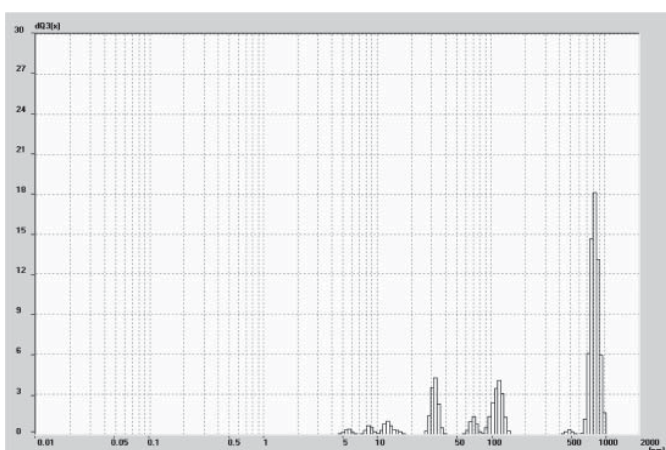


Рис. 10. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 2-4.

Станция 2-5.

Характеризуется наличием 4 фракций.

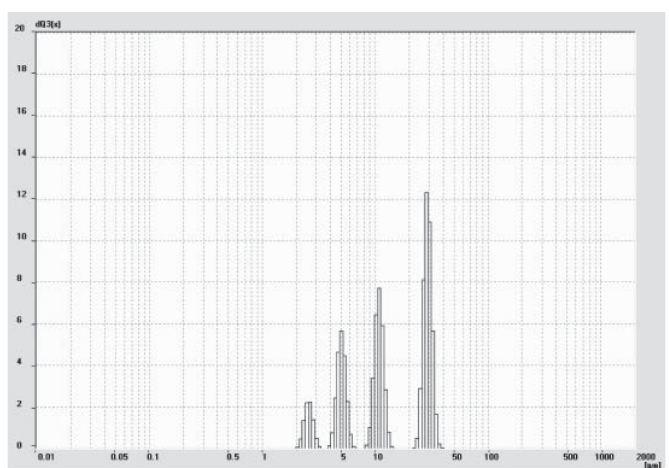


Рис. 11. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 2-5.

Станция 2-6.

Характеризуется наличием 2 фракций.

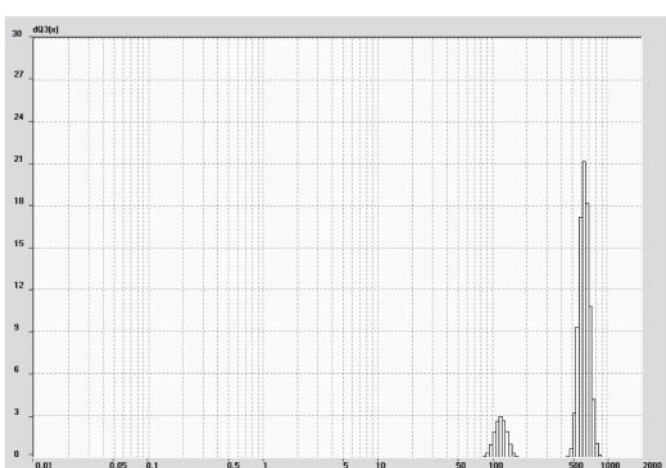


Рис. 12. Размеры частиц и их доля (%) в пробах взвеси из станции 2-6.

Таблица 2

Распределение частиц в снеге по фракциям на станциях отбора проб*

Фракция и Ж	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6
1 0,1-1						0,01-0,03 1 % 0,04-0,4 8%			0,2-0,3 2 %			
2 1-10	3-4 2 %	4-6 9 %	5-25 77 %	4-8 18 %	4-6 2 %	7-30 3 %	2-10 100%	3-4 3 %	5 1 %	5-7 2 %	3-4 8 %	
					7-10 5 %		8-10 2 %	8-10 3 %	4-6 21 %			
3 10-50	10-20 10 %		10-30 38 %	10-20 4 %				25-40 69 %	3-40 4 %	10-25 5 %	9-20 28 %	
	30-50 88%	20-30 15 % 35-45 55 %	30-50 44%	25-35 18 % 40-50 25 %						30-40 12 %	30-40 43 %	
4 50-100		50-90 21 %		60-90 22 %								
5 более 100				100-200 18 %		60-200 52 %				100-200 16 %		90-200 14 %
				250-300 6 %		300-600 36 %			600-800 89 %	500 1 % 600-1000 61 %		500-900 86 %

* - черным выделены наиболее опасные фракции, голубым – опасные, серым – фракции средней опасности и без выделения – относительно безопасные.

Таблица 3

Физические параметры частиц взвеси, содержащихся в снеге в различных районах г. Хабаровск

Параметры /район	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6
Средний арифметический диаметр, мкм	38,81	35,90	16,02	22,89	60,25	776,31	4,90	21,76	671,92	525,50	16,72	563,74
Мода, мкм	42,76	32,97	11,66	41,20	44,38	1003,37	4,96	28,42	666,99	803,03	30,62	619,27
Медиана, мкм	41,36	32,88	12,35	15,65	47,74	943,33	4,62	26,93	689,34	749,55	11,47	619,94
Отклонение, мкм ²	149,67	352,59	75,99	231,03	1739,54	80737,21	3,81	100,99	17325,57	138224,48	125,89	37020,20
Среднеквадратичное отклонение, мкм	12,23	18,77	8,71	15,20	41,70	284,14	1,95	10,04	131,63	371,78	11,22	192,40
Коэффициент отклонения, %	31,51	52,29	54,41	66,39	69,22	36,60	39,85	46,16	19,59	70,74	67,11	34,13
Удельная поверхность, см ² /см ³	2267,1	2773,28	4632,21	4430,55	1837,48	144,29	14421,33	4227,02	2401,31	813,49	6943,23	154,47

Заключение

Полученные данные позволяют провести первичное эколого-гигиеническое районирование г. Хабаровск по содержанию микрочастиц атмосферных взвесей.

Необходимо также отметить, что одно из самых интересных наблюдений – это сохранение общих тенденций в одних и тех же станциях отбора в разные временные точки. Например, в пробах со станций 1-6 (23.12.2011 г.) и 2-6 (25.12.2011 г.) сохраняется преобладающий диапазон разброса (88 % частиц от 60 до 600 мкм на станции 1-6 и 100 % частиц от 90 до 900 мкм на станции 2-6), но изменяется число и соотношение фракций.

Следует указать и станции, в которых пробы, собранные в разные дни (23.12.2011 г. и 25.12.2011 г.) отличаются достаточно сильно (например, 1-3 и 2-3). Становится понятным, что при установлении гранулометрических характеристик в тех или иных районах можно говорить лишь о преобладающих размерах или фракциях, поскольку на данные показатели влияет огромное количество факторов как постоянных (климат, направление ветра, сезонность (табл.1)), так и временных (техногенных – строительство дорог, появление новых предприятий с большим выбросом и природных – пыльные бури и тайфуны).

Более подробная характеристика взвесей г. Хабаровск с привязкой к источникам пыле-

ния будет опубликована после качественно-го минералогического и вещественного анализа.

Литература

1. Голохваст К.С. Анализ нано- и микрочастиц, содержащихся в снеге г. Владивосток / К.С. Голохваст, Н.К. Христофорова, П.Ф. Кику, А.М. Паничев, Е.Г. Автомонов, П.А. Никифоров, А.Н. Гульков // Вода: химия и экология, 2011. № 9. С. 81-86.
2. Голохваст К.С. Первые данные по вещественному составу атмосферных взвесей Владивостока / К.С. Голохваст, И.Ю. Чекрыжов, А.М. Паничев, П.Ф. Кику, Н.П. Христофорова, А.Н. Гульков // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13. № 1(8). С. 1853-1857.
3. Патент на полезную модель № 100263. Устройство для исследования природных взвесей в воздухе. Голохваст К.С., Гульков А.Н., Паничев А.М. Опубликовано 10.12.2010. Бюл. № 34.
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.



K.S. Golokhvast, E.A. Aleinikova, P.A. Nikiforov, A.N. Gulkov, N.K. Khristoforova

SIZE ANALYSIS OF SUSPENDED MICRO PARTICLES IN RAINFALLS OF Khabarovsk CITY

The results of the study of air nano- and microparticles contained in snow of Khabarovsk in the winter 2011-2012 are presented. Application of the laser particle

analyzer for qualitative and quantitative composition study was proved to be effective. Distribution of air particles of different sizes and origin around the city was mapped.

Key words: suspensions, microparticles, PM10, PM4, PM2, 5, PM1, environmental factor