

УДК 535.4(-032.1)(571.63)

DOI: 10.12737/21447

**ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОРАЗМЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПОСЕЛКА ГОРОДСКОГО ТИПА ПОГРАНИЧНЫЙ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)****А.С.Холодов, С.М.Угай, В.А.Дрозд, К.С.Голохваст***Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет», 690990, г. Владивосток, ул. Суханова, 8***РЕЗЮМЕ**

Статья посвящена исследованию атмосферных взвесей поселка городского типа Пограничный с помощью методов лазерной гранулометрии. Показано, что атмосфера данного населенного пункта практически не загрязнена частицами менее 10 мкм (PM<sub>10</sub>). Лишь в 3 точках из 9 были обнаружены опасные для здоровья микрочастицы в значимых долях – от 17,4 до 24,9%. На большей части территории поселка преобладают крупные частицы более 400 мкм и их доля достигает 78,1%.

*Ключевые слова: атмосферная взвесь, экология, поселок городского типа Пограничный, микрочастицы.*

**SUMMARY****RESEARCH OF MICRODIMENSIONAL POLLUTION OF THE ATMOSPHERE OF POGRANICHNIY SETTLEMENT (PRIMORSKY REGION, RUSSIA)****A.S.Kholodov, S.M.Ugay, V.A.Drozd, K.S.Golokhvast***Far Eastern Federal University, 8 Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russian Federation*

The article is devoted to the research of atmospheric suspensions in Pogranichniy settlement using laser granulometry methods. It is shown that the atmosphere of this settlement is scarcely polluted with particles under 10 μm (PM<sub>10</sub>). Only at 3 sampling points out of 11 we found dangerous to health microparticles in significant quantities: from 17.4 to 24.9%. Large particles sized above 400 μm prevail on the overall territory of the settlement amounting to 78.1%.

*Key words: atmospheric suspension, ecology, Pogranichniy settlement, microparticles.*

Планомерная научная деятельность по изучению состава и качества атмосферных взвесей в России ведется лишь на некоторых территориях: в Арктике и Антарктике [2, 10], в Сибири [1, 5], на Дальнем Востоке [6–8]. Ранее нами были изучены небольшие населенные пункты Амурской области и Приморского края [3]. В некоторых из небольших по численности населения малых городах, селах и поселках было обнаружено микроразмерное загрязнение атмосферы [4]. И хотя доля этих находок была невелика, и атмосфера крупных городов более выражено загрязнена микрочастицами, эти исследования необходимо продолжать.

Данная работа посвящена изучению микроразмерного загрязнения атмосферы небольшого поселка городского типа Пограничный, расположенного в

Приморском крае.

**Материалы и методы исследования**

Пробы снега отбирались в поселке городского типа Пограничный, расположенном на юго-западе Приморского края. Поселок является центром Пограничного района. Расстояние до Владивостока по автодороге составляет 205 км, до границы с Китаем – 15 км. Население поселка – 10103 чел. (по состоянию на 2015 г.).

Крупных промышленных предприятий на территории поселка нет. Стоит отметить лишь железнодорожную станцию Гродеково (грузопоток в несколько млн тонн). Основное число предприятий Пограничного занимается производством продукции растениеводства и животноводства.

Точки отбора снега выбирались рядом с железнодорожной станцией, вдоль центральных улиц поселка, а также на его окраинах (рис. 1).

Атмосферные взвеси изучались в выпавшем снеге, который собирался в момент снегопадов в январе 2015 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. Через несколько часов, после таяния снега, жидкость взбалтывали и из каждого образца набирали 60 мл для анализа на лазерном анализаторе частиц Analysette 22 NanoTec plus (Fritsch, Германия), который позволяет в ходе одного измерения устанавливать распределение частиц по размерам, а также определять их форму.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Размеры частиц и процентное соотношение фракций в пробах взвеси во всех станциях отбора приведены в таблице.

По результатам сравнения гранулометрических характеристик взвесей в разных районах Пограничного можно сделать несколько заключений. Во-первых, судя по проведенным отборам, атмосфера данного поселка практически не загрязнена частицами менее 10 мкм (PM<sub>10</sub>). Из всех районов Пограничного только в трех наблюдаются частицы данного размера в значимых долях – более 20% (рис. 2), причем присутствие этих частиц трудно соотнести с какими-либо явными загрязнителями окружающей среды в поселке, из чего мы делаем вывод о необходимости дополнительного наблюдения за составом атмосферы данного населенного пункта.

На большей части территории поселка преобладают крупные частицы 6 и 7 размерных классов – более 400 мкм (рис. 3). Такая картина наблюдается

даже в точках отбора, расположенных в непосредственной близости от железнодорожных путей и автомобильных дорог, которые могут быть источником возникновения в атмосфере частиц менее 10 мкм в

значимых долях [9], что свидетельствует об относительно благоприятной экологической ситуации в данных зонах.

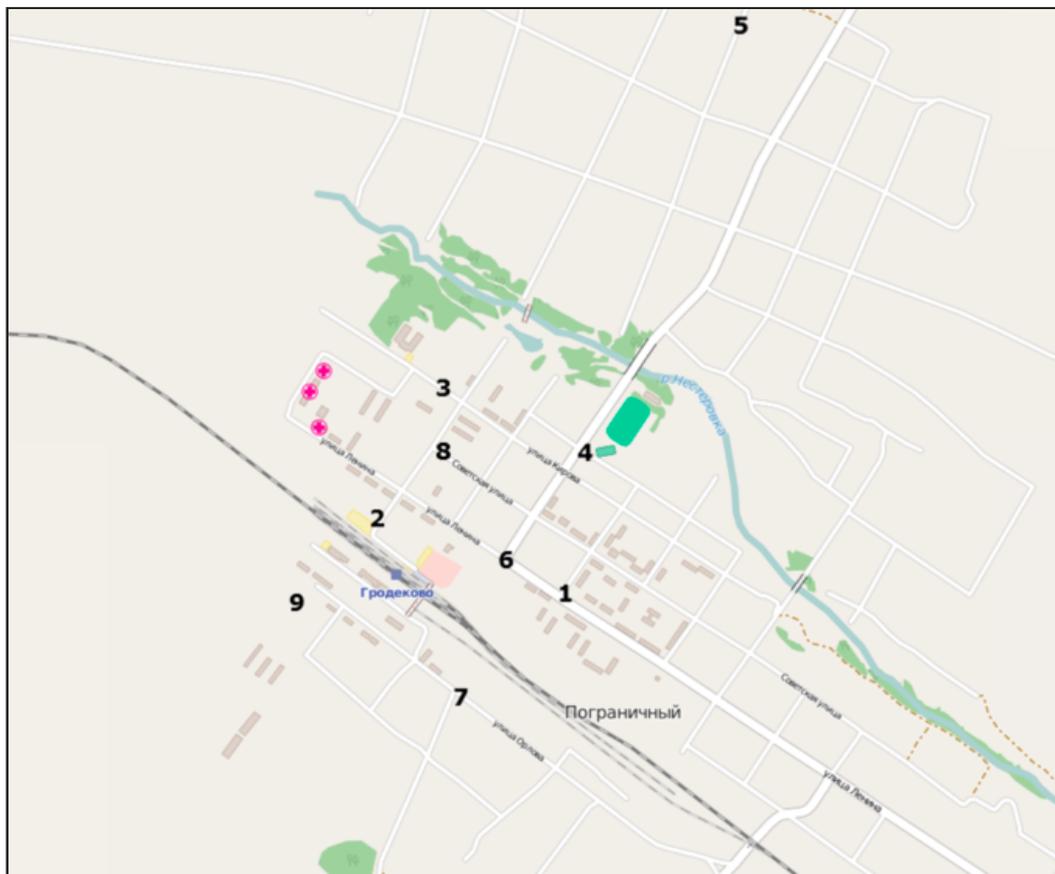


Рис. 1. Район отбора проб в п. Пограничный. Участники OpenStreetMap. Станции отбора: 1 – ул. Буденного; 2 – ул. Гагарина; 3 – ул. Кирова; 4 – ул. Комсомольская; 5 – ул. Красноармейская; 6 – ул. Ленина; 7 – ул. Орлова; 8 – ул. Советская; 9 – ул. Школьная.

Таблица

Распределение частиц в снеге по фракциям в п. Пограничный

Фракция, мкм	Доля частиц, %								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Менее 1	1,7	1,8	2	2,1	3,4	0,2	2,6	2,6	0,2
1-10	7,9	16,3	12,4	15	<b>24,9</b>	0,5	<b>17,4</b>	<b>23,3</b>	1,5
10-50	6,8	17,9	8,2	11,2	13,5	3,2	17,2	22,9	3,8
50-100		5,6	0,9		1	1,1			1,5
100-400	20,9	29,6	21,3	16,8	3	31,3	32,7	33,3	14,9
400-700	22,2	28,3	17,7	13,7	4,3	38,7	29,8	17,9	42,3
Более 700	40,5	0,5	37,5	41,2	49,9	25	0,3		35,8
Средний арифметический диаметр, мкм	566,46	240,41	514,6	516,77	512,45	524,54	255,41	191,68	593,66
Мода, мкм	882,46	431,87	882,46	882,46	911,59	446,13	418,07	367,13	702,99

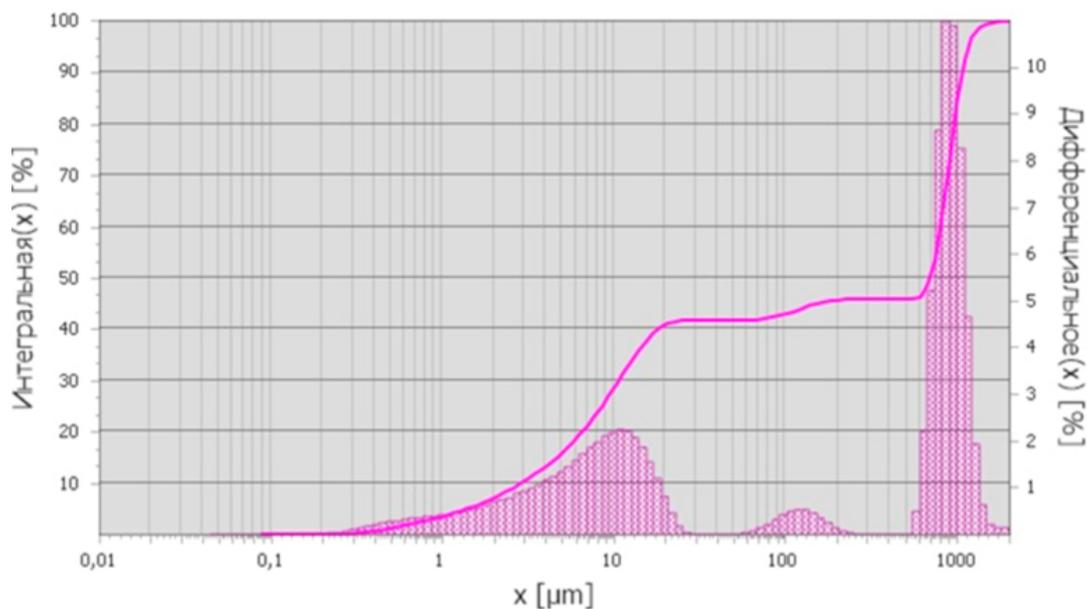


Рис. 2. Соотношение долей частиц взвесей разного размера в образце снеговой воды, собранной в районе ул. Красноармейской (точка 5). Доля частиц менее 10 мкм – 24,9%.

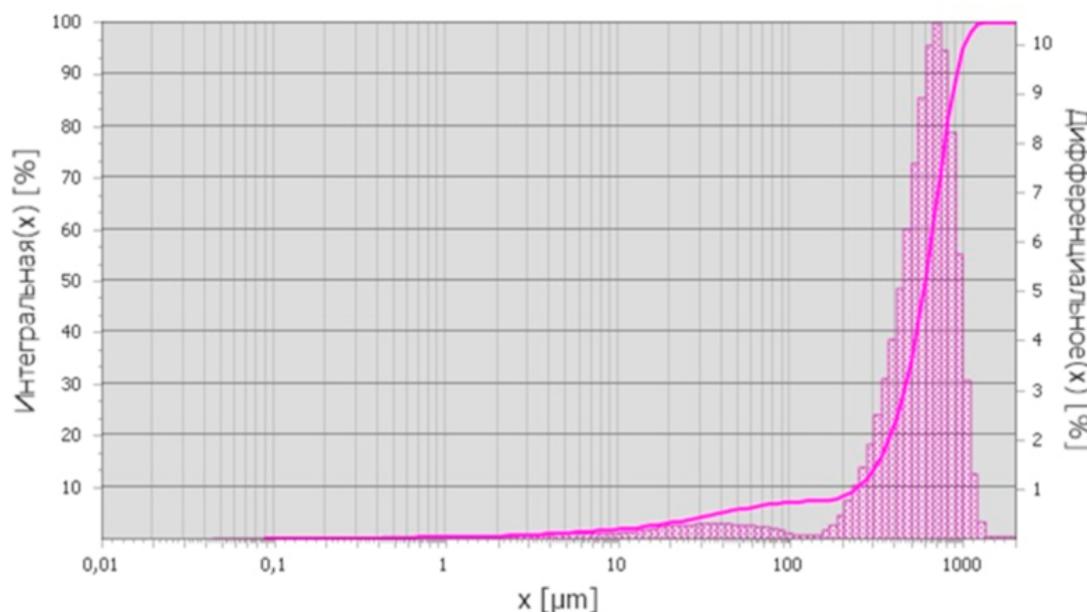


Рис. 3. Соотношение долей частиц взвесей разного размера в образце снеговой воды, собранной в районе ул. Школьная (точка 9). Доля частиц более 400 мкм – 78,1%.

Как мы можем видеть, ни железнодорожный вокзал, ни автотранспорт практически не оказывают влияния на микроразмерное загрязнение атмосферы Пограничного. Во всяком случае, зафиксировать повышенное содержание  $PM_{10}$  рядом с железнодорожным вокзалом или автодорогами не удалось.

Можно заключить, что, судя по-нашему исследованию, поселок городского типа Пограничный можно отнести к числу малозагрязненных населенных пунктов. В атмосфере Пограничного редко встречаются микрочастицы в значимых долях. Это, безусловно, связано с отсутствием крупных предприятий, малым числом населения и, соответственно, малым числом автотранспорта.

Следует отметить необходимость постоянного контроля за составом атмосферной взвеси таких не-

больших населенных пунктов как Пограничный, так как это позволит предоставить новые данные для системы глобального мониторинга за экологически важными частицами (менее 10 мкм).

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

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белан Б.Д., Ивлев Г.А., Козлов А.С., Маринайте И.И., Пененко В.В., Покровский Е.В., Симоненков Д.В., Фофонов А.В., Ходжер Т.В. Сравнительная оценка состава воздуха промышленных городов Сибири // Оптика атмосферы и океана. 2007. Т.20, №5. С.428-437.
2. Голубева Я.И., Матишов Г.Г., Бурцева Л.В. Выпа-

дения тяжелых металлов из атмосферы с осадками в регионе Баренцева моря // Доклады Академии наук, 2005. Т. 401, №5. С.683–686.

3. Голохваст К.С. Атмосферные взвеси городов Дальнего Востока. Монография. Владивосток: ДВФУ, 2013. 178 с.

4. Голохваст К.С., Серёдкин И.В., Чайка В.В., Романова Т.Ю., Карабцов А.А. Микроразмерное загрязнение атмосферы небольших промышленных населенных пунктов Приморского края (Дальнегорск, Лучегорск, Рудная Пристань) // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2015. Вып.55. С.108–112.

5. Куценогий П.К. Концентрация и спектр размеров атмосферных аэрозолей Сибири // Оптика атмосферы и океана. 1994. Т.7, №8. С.1055–1058.

6. Кондратьев И.И. Трансграничный фактор в изменчивости химического состава осадков на юге Дальнего Востока // География и природные ресурсы. 2009. №3. С.31–36.

7. Муха Д.Э., Кондратьев И.И., Мезенцева Л.И. Трансграничный перенос кислотных осадков циклонами Восточной Азии на юг Дальнего Востока России // География и природные ресурсы. 2012. №2. С. 21–26.

8. Свинухов В.Г. Исследование, моделирование и прогноз загрязнения атмосферы в городе: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Владивосток, 1997. 44 с.

9. Христофорова Н.К. Экологические проблемы региона: Дальний Восток–Приморье. Владивосток, Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 2005. 304 с.

10. Шевченко В.П., Лисицын А.П., Штайн (Stein) P.R., Горюнова Н.В., Ключевиткин А.А., Кравчишина М.Д., Кривс (Kriews) M., Новигатский А.Н., Соколов В.Т., Филиппов А.С., Хаас (Haas) X.C. Распределение и состав нерастворимых частиц в снеге Арктики // Проблемы Арктики и Антарктики. 2007. №1(75). С.106–118.

#### REFERENCES

1. Belan B.D., Ivlev G.A., Kozlov A.S., Marinaite I.I.,

Penenko V.V., Pokrovskii E.V., Simonenkov D.V., Fofonov A.V., Khodzher T.V. Comparative estimate of air composition in industrial cities of Siberia. *Optika atmosfery i okeana* 2007; 20(5):428–437 (in Russian).

2. Golubeva N.I., Matishov G.G., Burtseva L.V. Precipitation of heavy metals in the Barents Sea region. *Doklady Earth Sciences* 2005; 401(3):469–472 (in English).

3. Golokhvast K.S. Atmospheric suspensions of the cities of the Far East. Monograph. Vladivostok: Publishing House of FEFU; 2013 (in Russian).

4. Golokhvast K.S., Seryodkin I.V., Chaika V.V., Romanova T.Yu., Karabtsov A.A. Microdimensional atmospheric pollution of the small industrial settlements of the Primorsky region (Dalnegorsk, Luchegorsk, Rudnaya Pristan). *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ* 2015; 55:108–112 (in Russian)

5. Kutsenogiy P.K. The concentration and spectrum of sizes of atmospheric aerosols in Siberia. *Optika atmosfery i okeana* 1994; 7(8):1055–1058 (in Russian).

6. Kondratiev I.I. The trans-boundary factor in chemical composition variability of atmospheric precipitation in the southern Far East. *Geography and Natural Resources* 2009; 30(3):236–241 (in English).

7. Mukha D.E., Kondrat'ev I.I., Mezentseva L.I. Trans-boundary transport of acid precipitation by cyclones of East Asia to the South of the Russian Far East. *Geography and Natural Resources* 2012; 33(2):119–124 (in English).

8. Svinukhov V.G. Research, modeling and prediction of atmospheric pollution in the city: abstract of PhD thesis. Vladivostok; 1997 (in Russian).

9. Khrstoforova N.K. Environmental problems of the region: Far East-Primorye. Vladivostok, Khabarovsk: Khabarovsk Publishing House; 2005 (in Russian).

10. Shevchenko V.P., Lisitzin A.P., Stein R., Goriounova N.V., Klyuvitkin A.A., Kravchishina M.D., Kriews M., Novigatsky A.N., Sokolov V.T., Filippov A.S., Haas C. Distribution and composition of particulate matter in the Arctic snow. *Problemy Arktiki i Antarktiki* 2007; 1:106–118 (in Russian).

Поступила 11.01.2016

Контактная информация

Алексей Сергеевич Холодов,

аспирант,

Научно-образовательный центр по направлению нанотехнологии Инженерной школы,

Дальневосточный федеральный университет,

690990, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.

E-mail: droopy@mail.ru

Correspondence should be addressed to

Aleksey S. Kholodov,

Postgraduate student of SEC in Nanotechnology of Engineering School,

Far Eastern Federal University,

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

E-mail: droopy@mail.ru