

# Состав атмосферных взвесей в Находкинском городском округе (Приморский край)

**К.С. Голохваст**, доцент, канд. биолог. наук

**Я.Ю. Блиновская**, профессор, д-р техн. наук, канд. географ. наук

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

e-mail: droopy@mail.ru, blinovskaya@msun.ru

**Ключевые слова:**  
атмосферные взвеси,  
микрочастицы,  
техногенное загрязнение.

*Представлены результаты вещественного (качественного) исследования частиц из атмосферных взвесей, содержащихся в снеге, собранном в 5 точках в Находкинском городском округе (Приморский край) зимой 2012–2013 г. В точках отбора в районах с повышенной промышленной нагрузкой отмечено наличие угля, сажи и металлосодержащих частиц (Fe, Cr, Ti, Ba, Ag, Cu, Au, V и W). Влияние угольного терминала проявляется в том, что во всех точках отбора проб обнаружены угольная пыль, минералы (фосфаты и силикаты), редкоземельные элементы (La, Ce, Nd, Y).*

## 1. Введение

Крупные угольные терминалы как источники пыления существенно влияют на экологию города в целом и, в частности, на состав атмосферных взвесей в воздушной среде.

Известно, что угольная пыль — один из сильнейших загрязнителей воздуха. В углях могут содержаться свыше 20 токсичных и потенциально токсичных (например, Hg, As, Sb, Cd, Pb и другие) и радиоактивных элементов [1–7].

В порту Восточный Находкинского городского округа (Приморский край) расположен крупный угольный терминал. Угольный терминал ОАО «Восточный Порт» является самым большим комплексом по перевалке угля на Дальнем Востоке. Пропускная способность порта составляет около 15 млн тонн в год. Грузооборот порта за 2011–2012 г. представлен в табл. 1.

Целью исследования являлось изучение состава атмосферных взвесей города Находкинского городского округа в районах перегрузки угля и контроль-

ных точках для оценки влияния терминала на формирование и состав взвесей города.

## 2. Материалы и методы

Находкинский городской округ с населением более 159 000 человек (2013 г.) расположен на побережье залива Находка (Японское море), примерно в 171 км юго-восточнее Владивостока.

Пробы снега собирались на 5 площадках, расположенных на территории угольного терминала порта «Восточный», в границах его санитарно-защитной зоны и за пределами предприятий-загрязнителей (рис. 1, табл. 2).



Рис. 1. Точки отбора в Находкинском городском округе

Таблица 1

Грузооборот порта Восточный

Год	Количество перегружаемого угля, тонн				
	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	Итого
2011	3 167 691	3 429 089	3 556 198	3 138 012	13 290 99
2012	3 612 746	3 639 179	3 682 054	3 653 791	14 587 77

**Расположение точек отбора проб  
в Находкинском городском округе**

Таблица 2

№	Местонахождение
1	Жилая застройка поселка Врангель, примыкающая к СЗЗ
2	Мыс Шефнера – северный входной мыс в бухту Находка
3	Промышленная площадка угольного терминала
4	Санитарно-защитная зона (СЗЗ) угольного терминала в порту «Восточный»
5	Жилая застройка поселка Хмыловка, примыкающая к СЗЗ

### 3. Методика отбора

Снег собирался в момент снегопада зимой 2012/2013 г. согласно нашей методике [8]. Чтобы исключить вторичное загрязнение антропогенными аэрозолями, был собран верхний слой (5–10 см) только что вы-

павшего снега. Его помещали в стерильные контейнеры объемом 1 л. После того как снег в контейнерах растаял, его выпаривали и готовили образцы для электронно-микроскопического исследования.

Вещественный анализ взвесей проводили на световом микроскопе Nikon SMZ1000 и сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром (ЭДС) Thermo Scientific.

### 4. Результаты исследований

В пробах с точки 1 (поселок Врангель) преобладают микрочастицы алюмосиликатов, угля и металло-содержащие частицы пыли (Fe и Ti) (рис. 2, табл. 3).

В пробах, отобранных на мысе Шефнера (точка 2) преобладают микрочастицы угля (рис. 3, табл. 4), алюмосиликатов, сажи и металло-содержащие частицы пыли (Fe и Ti).

**Элементный состав частиц по данным ЭДС анализа**

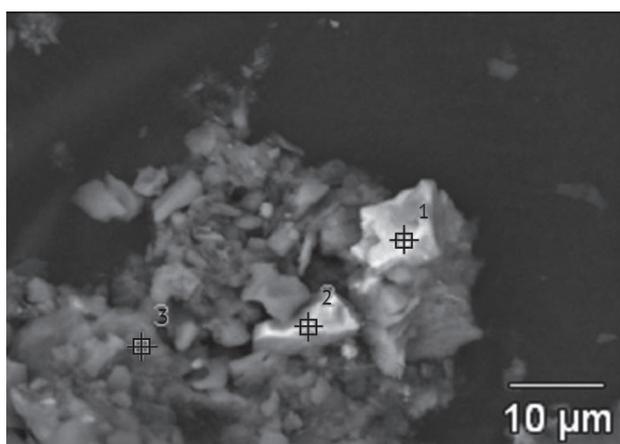
Таблица 3

Элемент	Спектр		
	1	2	3
	Атом. %	Атом. %	Атом. %
Al	2,19	2,83	6,29
Si	2,84	3,89	10,11
C	21,80	15,65	22,65
O	45,72	56,56	53,41
K		0,18	0,55
Na		0,83	0,50
Mg	0,77	1,27	3,00
Ca			0,27
Ti		5,09	0,35
Fe	26,69	13,70	2,86
Итого	100,00	100,00	100,00

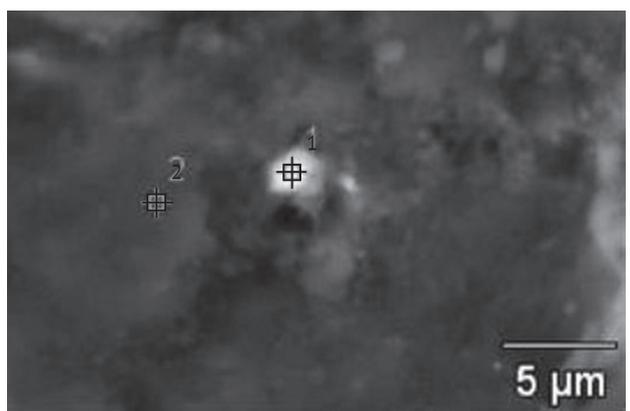
**Элементный состав частиц по данным ЭДС анализа**

Таблица 4

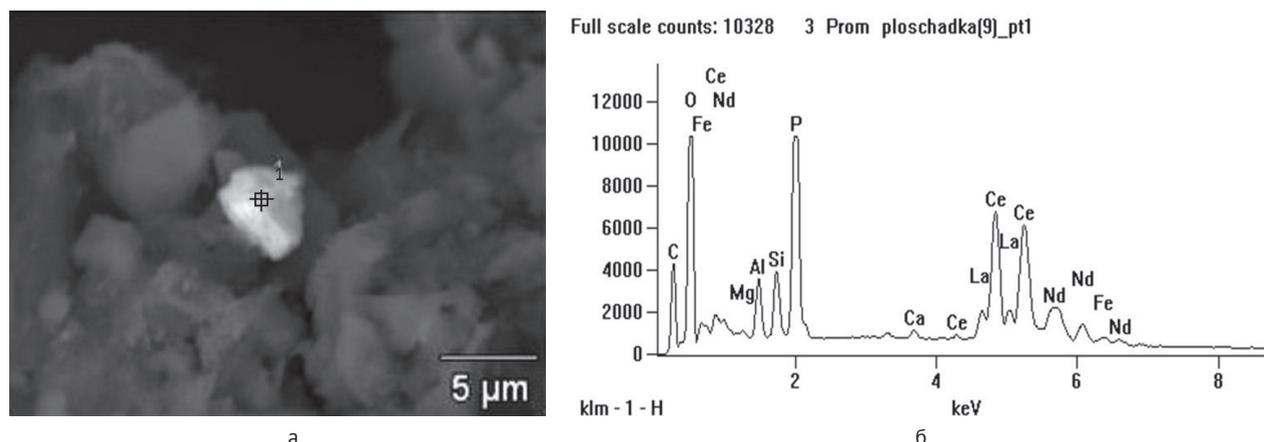
Элемент	Спектр	
	1	2
	Атом. %	Атом. %
Al	2,51	1,05
Si	3,49	1,01
C	39,66	84,24
O	45,83	12,98
K	0,30	0,16
S	0,49	0,44
Mg	0,32	
Ca	0,20	0,13
Mn	0,20	
Ti	6,72	
Fe	0,29	
Итого	100,00	100,00



**Рис. 2.** Полиметаллические частицы из поселка Врангель (точка 1). Сканирующая электронная микроскопия. Результаты энергодисперсионного анализа приведены в табл. 3. Сравнительный отрезок – 10 мкм



**Рис. 3.** Частицы угля и Ti-содержащий минерал из проб, собранных на мысе Шефнера (точка 2). Сканирующая электронная микроскопия. Результаты энергодисперсионного анализа приведены в табл. 4. Сравнительный отрезок – 10 мкм



**Рис. 4.** Частица фосфата легких редкоземельных элементов (La, Ce, Nd) из образца снега, собранного в районе промышленной площадки угольного терминала (точка 3). Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах (а). Результаты энергодисперсионного анализа приведены на спектре (б)

В пробах, собранных на промышленной площадке угольного терминала (точка 4), преобладают микрочастицы угля и фосфатов легких редкоземельных элементов (рис. 4а, б).

В пробах, собранных в СЗЗ угольного терминала (точка 4), преобладают микрочастицы алюмосиликатов, сажи, Fe, Ti и неопределенной органики (рис. 5, табл. 5).

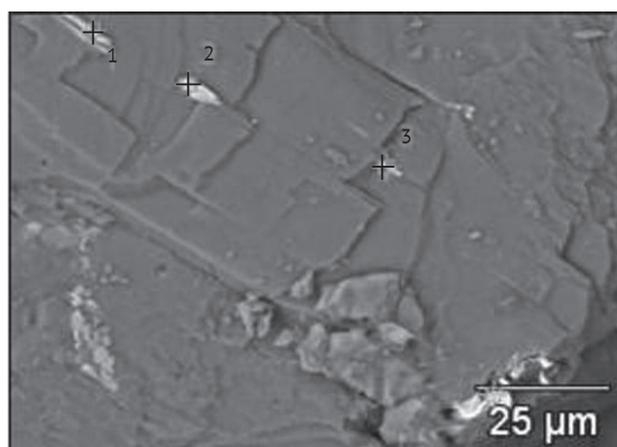
Нередко в пробах, собранных в разных районах отбора, в том числе и в районе поселка Хмыловка, примыкающего к СЗЗ (точка 5), встречались микрочастицы металлов, содержащие Ag (рис. 6, табл. 6), Cu, Ti, Cr, V, Ba и другие элементы, судя по морфологии, имеющие природное происхождение.

В пробах, собранных непосредственно в районе жилой застройки поселка Хмыловка (точка 5) преобладают алюмосиликатные частицы и редкоземельные элементы (рис. 7, табл. 7).

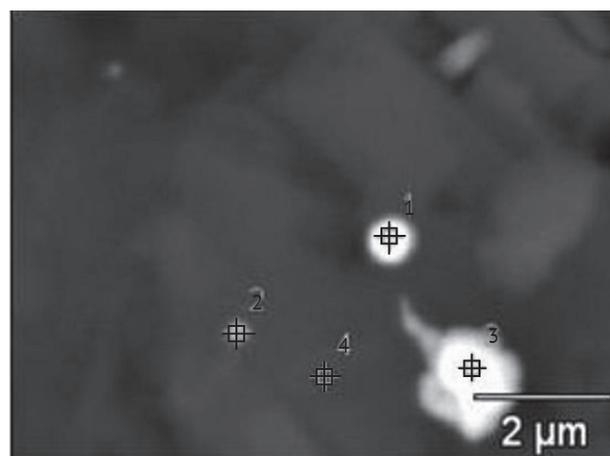
Таблица 5

Элементный состав частиц по данным ЭДС анализа

Элемент	Спектр			
	1	2	3	4
	Атом. %	Атом. %	Атом. %	Атом. %
Al	1,25	1,99	2,33	2,33
Si	2,18	1,84	3,69	3,69
C	11,60	10,72	6,98	6,98
O	59,07	52,95	11,38	11,38
Na	0,53			
Ca	0,69	0,39	1,15	1,15
Mg	1,26	2,64	1,29	1,29
V	0,24	0,23		
Cr			9,15	9,15
Fe	23,19	29,25	64,03	64,03
Итого	100,00	100,00	100,00	100,0



**Рис. 5.** Металлосодержащие частицы (Fe, Cr) из образца снега, собранного в СЗЗ угольного терминала (точка 4). Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах. Результаты энергодисперсионного анализа приведены в табл. 5



**Рис. 6.** Полиметаллическая частица, содержащая Ag из образца снега, собранного на точке отбора 5. Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах. Результаты энергодисперсионного анализа приведены в табл. 6

Таблица 6

Элементный состав частиц по данным ЭДС анализа

Элемент	Спектры			
	1	2	3	4
	Атом. %	Атом. %	Атом. %	Атом. %
Al	4,29	5,38	3,86	6,32
Si	8,43	13,14	5,47	17,88
C	13,35	15,65	10,22	12,63
O	60,08	59,46	51,43	58,11
S			1,08	
K		2,96		5,06
Cu	0,90	0,34	1,88	
Fe	0,19			
Ag	12,76	3,09	26,07	
Итого	100,00	100,00	100,00	100,0

Также во всех районах Находки обнаружено достаточно много морской органики, в том числе панцирей диатомовых водорослей (рис. 8 а, б), что соответствует взвесям побережья.

Также во всех точках отбора обнаружено большое количество алюмосиликатов и оксида кремния, что также характерно для побережья.

### 5. Заключение

Угольный терминал оказывает значительное влияние на вещественный состав атмосферных взвесей Находкинского городского округа. Во всех пробах встречаются угольная пыль и легкие редкоземельные элементы (La, Ce, Nd, Y).

Происхождение редкоземельных элементов, скорее всего, природное — частая встречаемость и преимущественно фосфатная форма нахождения редкоземельных металлов в углях Кузбасса (в Находке перегружается преимущественно кузбасский уголь) была отмечена ранее [1].

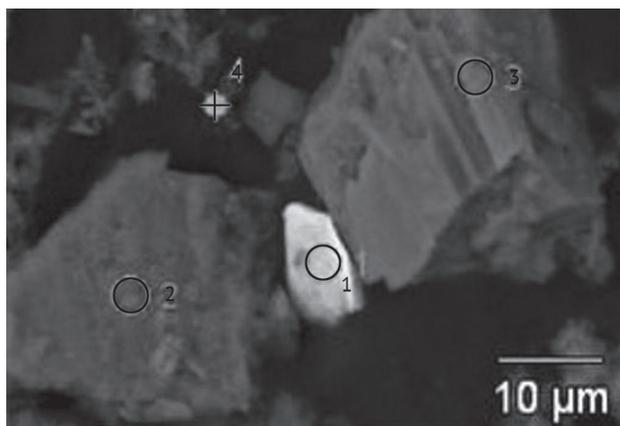


Рис. 7. Частица силиката легких редкоземельных элементов (La, Ce, Nd) из образца снега, собранного в районе жилой застройки поселка Хмыловка (точка 5). Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах

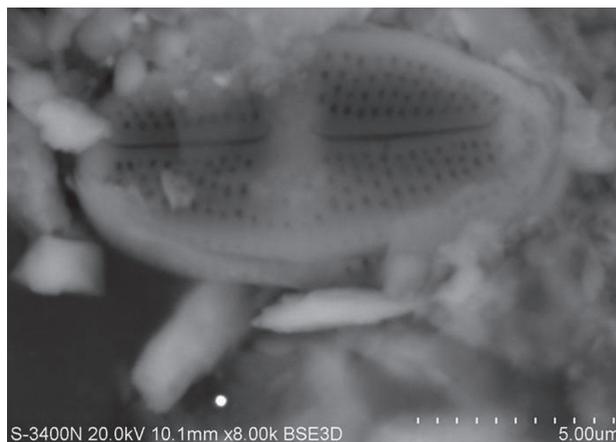


Рис. 8. Панцирь диатомей из проб, собранных в поселке Врангель (точка 1) (А) и на мысе Шефнера (точка 2) (Б). Увеличение а)  $\times 8000$ , б)  $\times 5500$

Таблица 7

Элементный состав частиц по данным ЭДС анализа

Элемент	Спектры			
	1	2	3	4
	Атом. %	Атом. %	Атом. %	Атом. %
Al	4,75	8,57	1,95	1,22
Si	7,02	15,97	14,31	1,91
C	33,38	16,19	20,82	25,03
O	42,89	53,38	50,75	49,71
Na		3,20	0,65	1,41
Mg	0,70		5,38	0,33
K	0,18	0,27	0,16	
Ca	0,56	2,41	2,96	0,23
Fe	0,19		3,02	20,15
La	3,04			
Ce	7,30			
Итого	100,00	100,00	100,00	100,0

Стоит отметить, что редкоземельные минералы вызывают ряд профессиональных заболеваний, например, пневмокониозы [9–12], что увеличивает потенциальную опасность взвесей в Находкинском городском округе для здоровья человека.

Учитывая наличие во взвесах редкоземельных элементов, а также микрочастиц металлов, угля и

сажи, необходимо отметить, что атмосфера исследованной местности загрязнена опасными по составу для здоровья людей компонентами.

*Работа выполнена при поддержке Научного фонда ДВФУ, Российского научного фонда и Гранта Президента для молодых ученых МК-1547.2013.5.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. — Томск, изд. дом «Д-Принт», 2007. — 468 с.
2. Кизильштейн Л.Я. Экогеохимия элементов-примесей в углях. — Ростов н/Д; Изд-во СКНЦ ВШ, 2002. — 296 с.
3. Кизильштейн Л.Я. Уголь и радиоактивность // Химия и жизнь — XXI век. — 2006. — № 2. — С. 24–29.
4. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Уран в углях. Сыктывкар: Коми науч. центр. Ин-т геологии, 2001. — 84 с.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Мышьяк в углях. Сыктывкар: Коми науч. центр. Ин-т геологии, 2004. — 106 с.
6. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях: Екатеринбург: УрО РАН, 2005. — 655 с.
7. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ртуть в углях. Сыктывкар: Коми науч. центр. Ин-т геологии. 2007. — 96 с.
8. Голохваст К.С., Христофорова Н.К., Куку 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.
9. Dufresne A., Krier G., Muller J.F., Case B., Perrault G. Lanthanide particles in the lung of a printer // Science of The Total Environment. — 1994. — Vol. 151, Issue 3. — P. 249–252.
10. Hirano S., Suzuki K.T. Exposure, metabolism, and toxicity of rare earths and related compounds // Environ. Health. Perspect. — 1996. — N 104, suppl 1. — P. 85–95.
11. Rim K.T., Koo K.H., Park J.S. Toxicological evaluations of rare earths and their health impacts to workers: a literature review // Saf Health Work. — 2013. — N 4(1). — P. 12–26.
12. Vocaturo G., Colombo F., Zaroni M., Rodi F., Sabbioni E., Pietra R. Human exposure to heavy metals. Rare earth pneumoconiosis in occupational workers // Chest. — 1983. — N 83. — P. 780–873.

## Atmospheric Suspensions Content in the Nakhodka City District (Primorye Territory)

**K.S. Golokhvast**, Associate Professor, Ph.D. in Biology, Far Eastern Federal University, Vladivostok

**Ya.Yu. Blinovskaya**, Head of the Department, Doctor of Technical Sciences, Ph.D. in Geography, Professor, Far Eastern Federal University, Vladivostok

*The article presents results of material (speculative) analysis of particles of atmospheric suspensions contained in snow collected at 5 sites in the Nakhodka city District (Primorye Territory) in winter 2012-2013. Coal, soot and metallic particles (Fe, Cr, Ti, Ba, Ag, Cu, Au, V, and W) were found at sample points in areas with extra industrial load. Coal terminal provides for discovery of coal dust, minerals (phosphates and silicates), and rare-earth elements (La, Ce, Nd, Y) at all sample points.*

**Keywords:** atmospheric suspensions, microparticles, technogenic pollution.

### Всероссийский конкурс студентов и аспирантов, обучающихся по инженерным специальностям и направлениям

Руководство России заявило о крайней необходимости расширения и повышения качества подготовки инженерных кадров для экономики страны.

В связи с этим 2 июля 2014 г. в Минобрнауки России под председательством заместителя министра Александра Климова прошло совещание с представителями государственных корпораций. Темой обсуждения стало поручение Президента РФ о проработке вопроса проведения ежегодного всероссийского конкурса студентов и аспирантов, обучающихся по инженерным специальностям и направлениям. «В стране необходимо организовать общенациональный кон-

курс, который позволит студентам и аспирантам, обучающимся по инженерным специальностям, проявить себя», — сказал Александр Климов. Помимо организации конкурса среди студентов и аспирантов обсуждались такие возможности для победителей и призеров Конкурса, как целевое обучение, прохождение стажировок на площадках отечественных и зарубежных предприятий, трудоустройство выпускников-инженеров, а также наставничество и сопровождение победителей школьных и студенческих олимпиад. На совещании была обсуждена Концепция конкурса и действия по его организации.