

УДК 613.15(571.6):549.67

## АТМОСФЕРНЫЕ ВЗВЕСИ ОСТРОВА РУССКИЙ (ВЛАДИВОСТОК) ЗА ТРЕХЛЕТНИЙ ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ (2011–2013)

© 2014 г. <sup>1</sup>К. С. Голохваст, <sup>1</sup>П. А. Никифоров, <sup>1</sup>В.И. Петухов, <sup>1,2</sup>В. В. Чайка

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет,

<sup>2</sup>Морской государственной университет имени Г. И. Невельского, г. Владивосток

Остров Русский как район Владивостока является экологически чистой зоной — здесь нет крупных предприятий, загрязняющих окружающую среду. В 2012 году, к Саммиту АТЭС, здесь был построен кампус Дальневосточного федерального университета (ДВФУ) — крупнейшего вуза Дальнего Востока и Сибири. Это крупный инженерный проект, занимающий площадь в 800 тысяч квадратных метров.

В данный момент в ДВФУ обучается более 20 тысяч студентов, работает несколько тысяч преподавателей и большое количество вспомогательного персонала, что делает численность общего (постоянного и транзитного) населения кампуса сопоставимой с численностью небольшого города.

Изучение антропогенного влияния на экологическое состояние острова Русский, и особенно территорию кампуса ДВФУ, начались сравнительно недавно [2, 4–6, 8]. Не так давно начаты также работы по исследованию влияния окружающей среды на здоровье студентов ДВФУ [7].

Настоящая работа — это первая попытка проанализировать изменения в составе атмосферных взвесей восточной части о. Русский, и особенно кампуса ДВФУ, за несколько лет в связи с увеличением техногенного пресса на экологически чистую зону.

### Методы

Пробы снега собирались в момент снегопада зимой 2011, 2012 и 2013 годов на трех станциях на о. Русский (рис. 1), различающихся экологическими условиями согласно нашей методике [1, 3].



Рис. 1. Карта-схема мест отбора проб снега на территории о. Русский (станции отбора проб расшифрованы в табл. 1)

В работе приведены первые в истории наблюдений результаты исследования частиц атмосферных взвесей, содержащихся в снеговом покрове острова Русский (Владивосток), в том числе на территории кампуса Дальневосточного федерального университета (сезоны 2011/12–2013/14 гг.). Выявлено распределение взвешенных в воздухе частиц различных размеров и генезиса в различающихся антропогенной нагрузкой районах острова: кампусе Дальневосточного федерального университета, на мосту через пролив Босфор Восточный и поселке Канал. Показано, что в связи с нарастанием антропогенной нагрузки на остров Русский ухудшается его экологическое состояние из-за нарастания в атмосфере фракций нано- и микроразмерных частиц.

**Ключевые слова:** атмосфера, взвеси, микрочастицы, остров Русский, кампус Дальневосточного федерального университета

Таблица 1  
Станции отбора снеговых проб в г. Владивосток

Станция отбора	Описание станции отбора
1. Канал	Пос. Канал. Пробы отбирались напротив автобусной остановки на расстоянии 10 м от дороги
2. Кампус	Кампус ДВФУ. Пробы отбирались на территории кампуса, недалеко от центрального пропускного пункта, на расстоянии 10 м от дороги и автобусной остановки
3. Мост	Крупный автомобильный мост, связывающий о. Русский и материк. Пробы отбирались рядом с кольцевой развязкой, на расстоянии 10 м от дороги

Точки для исследования выбирали, руководствуясь проживанием или постоянным нахождением большого количества людей (поселок и кампус), а также зон с повышенным техногенным прессом (мост с большим потоком автотранспорта). Остальная часть о. Русский расценивается как чистая пригородная зона без техногенного влияния.

**Результаты**

Пробы снега отбирались в зимние сезоны 2011/12, 2012/13 и 2013/14 годов (табл. 2 и 3).

В первые два года наблюдений (2011 и 2012) на станциях отбора не было зафиксировано фракций опасных для здоровья людей частиц 1 и 2 классов. Стоит лишь отметить, что в период интенсивной стройки кампуса (2011/12) снег на станциях отбора в кампусе и у моста содержал достаточно много (до 73 %) частиц 3 размерного класса. Ранее нами было установлено, что источником этого размера

частиц является автотранспорт (Голохваст и др., 2012, 2013).

В сезон 2012/13 года, сразу после Саммита АТЭС, о. Русский, и в частности кампус, был малопосещаем и, судя по взвешенным в атмосфере крупным частицам 5–7 классов, являлся чистой зоной. Тот факт, что строительство кампуса на оказало серьезного влияния на состав атмосферных взвесей, подтверждает и табл. 3.

Самыми опасными для здоровья человека, по мнению многих исследователей, являются частицы РМ<sub>0,1</sub>, РМ<sub>1</sub> и РМ<sub>10</sub> (1 и 2 размерные классы по нашей классификации). Они обнаружены в сезон 2013/14 года в пробах со всех трех станций (см. табл. 2 и 3).

**Обсуждение результатов**

Важным эколого-гигиеническим объектом для наблюдения служит кампус ДВФУ, где сейчас постоянно обучается более 20 тысяч студентов, и поселок Канал.

Из табл. 2 и 3 видно, что, когда в кампусе еще шло строительство (2011/12), в атмосфере присутствовала мелкодисперсная строительная пыль, а в сезон 2012/13 года (после Саммита и незадолго до переезда) – только природная крупнодисперсная. С сентября 2013 года в кампусе ДВФУ начался учебный процесс и резко возрос транспортный поток (по собственным наблюдениям – от 60 (2011) до 720 (2013) авто/ч.). Это подтверждается обнаружением в атмосферных взвешях в районе моста и кампуса частиц 3 размерного класса (10–50 мкм), характерного для

Таблица 2

Распределение частиц в снеге по фракциям на станциях отбора проб на о. Русский

Фракция, Ø, мкм	2011/12			2012/13			2013/14			
	Кампус ДВФУ	Канал	Мост	Кампус ДВФУ	Канал	Мост	Кампус ДВФУ	Канал	Мост	
1 менее 1									0,04–0,3 25%	
2 1–10	6–8 2%					8–10 2%	2–3 6%	1,5–7 100%	2–5 8%	
							4–6 12%			
							8–12 30%			
3 10–50	8–12 3%		10–20 70%				15–20 52%		6–5 67%	
	12–20 14%		30–50 3%							12–14 2%
	30–50 20%		35–50 4%							80–100 2%
4 50–100										
										60–80 2%
5 100–400	90–150 30%	90–150 6%	90–150 27%	250–350 3%						
6 400–700		300–600 94%			400–600 83%	400–700 98%				
7 более 700	600–1000 31%			800–1000 97%	900–1000 9%					

Таблица 3

Физические параметры частиц взвеси, содержащихся в снеге в различных районах о. Русский

Параметр	2011/12			2012/13			2013/14		
	Кампус	Канал	Мост	Кампус	Канал	Мост	Кампус	Канал	Мост
Средний арифметический диаметр, мкм	322,518	433,51	40,93	946,18	520,83	509,54	<b>12,86</b>	<b>3,3</b>	<b>6,96</b>
Мода, мкм	803,032	460,15	15,12	1003,38	514,36	514,36	18,21	3,18	8,35
Медиана, мкм	111,123	447,35	15,69	970,79	517,06	511,08	14,97	3,16	7,16
Отклонение, мкм	131549,1	7312,37	1734,02	13609,52	39182,16	5477,87	31,34	1,07	31,55
Среднеквадратичное отклонение, мкм	362,697	85,51	41,64	116,66	197,95	74,01	5,59	1,03	5,62
Коэффициент отклонения, %	112,458	19,72	101,74	12,33	38,01	14,525	43,51	31,33	80,99
Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /см	1274,47	154,69	3083,57	66,05	235,86	176,79	6527,3	<b>20010,96</b>	<b>165150,7</b>

выхлопов автотранспорта, которые по качественному составу являются сажей.

Частицы от 40 до 300 нм в районе крупной транспортной развязки (мост) также являются производными выхлопов автомобилей, что ранее обнаруживали другие исследователи [9–12].

Тотальное преобладание (100 %) частиц размером 1,5–7 мкм в пробах из поселка Канал, также собранных у дороги, свидетельствует о нарастании техногенного пресса даже в этом далеком от промышленных объектов и крупных транспортных узлов районе.

Подводя итоги трехлетних наблюдений за гранулометрическим составом атмосферы о. Русский, необходимо отметить следующие результаты данной работы. Во-первых, постепенное увеличение техногенной нагрузки, в том числе увеличение потока автотранспорта, заметно меняет размерность взвесей. Во-вторых, изменение размерностей фракций при техногенной нагрузке происходит крайне быстро. Так, в нашем случае в течение трех лет взвеси 6 и 7 размерных классов (400 мкм и более) сменились 2 и 3 (1–100 мкм) и даже 1 классом (менее 1 мкм). Доля наночастиц (25 %) должна заставить обратить на себя пристальное внимание не только ученых экологов и гигиенистов Приморского края, но и административных структур.

Работа выполнена при поддержке Научного Фонда ДВФУ (проекты: 13-06-0318-м\_а, 14-08-02-24\_и) и Гранта Президента для молодых ученых МК-1547.2013.5.

**Список литературы**

1. Голохваст К. С., Христофорова Н. К., Кики 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., Романова Т. Ю., Карабцов А. А., Автомонов Е. Г., Чернышев В. В., Чайка В. В., Кики П. Ф., Разгонова С. А., Луценко А. И. Химический состав снега г. Владивосток и о. Русский // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2013. № 3 (91), ч. 1. С. 48–52.  
 3. Голохваст К. С., Никифоров П. А., Кики П. Ф., Чайка В. В., Автомонов Е. Г., Чернышев В. В., Христофорова Н. К., Чекрыжов И. Ю., Сафронов П. П., Гульков А. Н.

Атмосферные взвеси Владивостока: гранулометрический и вещественный анализ // Экология человека. 2013. № 1. С. 14–19.

4. Калинин В. В., Мишуков В. Ф., Елисафенко Т. Н., Аксентов К. И. Комплексные химико-экологические исследования прибрежной зоны северо-восточной части острова Русский // Вестник ДВО РАН. 2010. № 5. С. 96–106.

5. Молев В. П., Яковлева А. В. Радиометрическая съемка северной части острова Русский // Вологодские чтения. 2012. № 80. С. 285–287.

6. Пшеничников Б. Ф., Пшеничникова Н. Ф., Латышева Л. А. Антропогенная динамика морфологического строения и лесорастительных свойств буроземов острова Русский // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2010. № 12. С. 24–28.

7. Сахарова О. Б., Гришанов А. В., Кики П. Ф. Системная оценка факторов, оказывающих влияние на состояние здоровья студентов Дальневосточного государственного университета // Информатика и системы управления. 2010. № 2. С. 195–198.

8. Стаценко Л. Г., Агеева А. А. Оценка уровня электромагнитного загрязнения на территории кампуса ДВФУ на о. Русский // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. ОВЗ «Нефть и Газ-2013». С. 217–222.

9. Charron A., Harrison R. M. Primary particle formation from vehicle emissions during exhaust dilution in the roadside atmosphere // Atmos. Environ. 2003. Vol. 37. P. 4109–4119.

10. Despiiau S., Croci D. Concentrations and size distributions of fine aerosol particles measured at roof level in urban zone // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 2007. Vol. 112, iss. D9.

11. Kumar P., Pirjola L., Ketzel M., Harrison R. M. Nanoparticle emissions from 11 non-vehicle exhaust sources e – A review // Atmospheric Environment. 2013. Vol. 67. P. 252–277.

12. Morawska L., Ristovski Z., Jayaratne E. R., Keogh D., Ling X. Ambient nano and ultrafine particles from motor vehicle emissions: characteristics, ambient processing and implications on human exposure // Atmospheric Environment. 2008. Vol. 42, N 35. P. 8113–8138.

**References**

1. Golokhvast K. S., Khristoforova N. K., Kiku P.F., Gul'kov A. N. The granulometric and mineralogical analysis of the particles weighed in atmospheric air. *Byuleten fiziologii i patologii dykhaniya* [Bulletin of Respiration Physiology and Pathology]. 2011, 2 (40), pp. 94-100. [in Russian]  
 2. Golokhvast K. S., Romanova T. Yu., Karadstov A. A., Avtomonov E. G., Chernyshev V. V., Chayka V. V., Kiku P. F., Razgonova S. A., Lutsenko A. I. Chemical composition of

snow of the Vladivostok city and Russky Island. *Byuleten VSNC SO RAMN* [Bulletin of Eastern-Siberian Scientific Center of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences (Bulletin of ESCC SB RAMS)]. 2013, 3 (91), pt. 1, pp. 48-52. [in Russian]

3. Golokhvast K. S., Nikiforov P. A., Kiku P. F., Chayka V. V., Avtomonov E. G., Chernyshev V. V., Hristoforova N. K., Chekryzhov I. Yu., Safronov P. P., Gul'kov A. N. Atmospheric Suspensions of Vladivostok City: Granulometric and Substantial Analysis. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, 1, pp. 14-19. [in Russian]

4. Kalinchuk V. V., Mishukov V. F., Elisafenko T. N., Aksentov K. I. Complex chemical and ecological researches of a coastal zone of northeast part of Russky Island. *Vestnik DVO RAN* [Bulletin of FEB RAS]. 2010, 5, pp. 96-106. [in Russian]

5. Molev V. P., Yakovleva A. V. Radiometric shooting of northern part of Russky Island. *Vologdinskije chteniya* [Vologdin's Readings]. 2012, vol. 80, pp. 285-287.

6. Pshenichnikov B. F., Pshenichnikova N. F., Latysheva L. A. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Herald of Krasnoyarsk State Agricultural University]. 2010, 12, pp. 24-28. [in Russian]

7. Sakharova O. B., Grishanov A. V., Kiku P. F. System assessment of the factors having impact on a state of health of students of Far East Federal University. *Informatika i systemy upravleniya* [Information Science and Control Systems]. 2010, 2, pp. 195-198. [in Russian]

8. Statsenko L. G., Ageeva A. A. Assessment of level of electromagnetic pollution in the territory of FEFU campus to Russky Island. *Gorniy informacionno-analiticheskiy byuleten* [Mining Information and Analytical Bulletin]. 2013, spec. iss. "Oil and Gas-2013", pp. 217-222.

9. Charron A., Harrison R. M. Primary particle formation from vehicle emissions during exhaust dilution in the roadside atmosphere. *Atmos. Environ.* 2003, 37, pp. 4109-4119.

10. Despiou S., Croci D. Concentrations and size distributions of fine aerosol particles measured at roof level in urban zone. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2007, 112, iss. D9.

11. Kumar P., Pirjola L., Ketzler M., Harrison R. M. Nanoparticle emissions from 11 non-vehicle exhaust sources e - A review. *Atmospheric Environment*. 2013, 67, pp. 252-277.

12. Morawska L., Ristovski Z., Jayaratne E. R., Keogh D., Ling X. Ambient nano and ultrafine particles from motor vehicle emissions: characteristics, ambient processing and implications on human exposure. *Atmospheric Environment*. 2008, 42 (35), pp. 8113-8138.

#### ATMOSPHERIC SUSPENSIONS OF RUSSKY ISLAND (VLADIVOSTOK) DURING THE 3-YEAR SUPERVISION (2011-2013)

<sup>1</sup>K. S. Golokhvast, <sup>1</sup>P. A. Nikiforov, <sup>1</sup>V.I. Petukhov, <sup>1,2</sup>V. V. Chayka

<sup>1</sup>Far East Federal University, Vladivostok

<sup>2</sup>Nevelskoy Maritime State University, Vladivostok, Russia

In this paper the results of research of particles of the atmospheric suspensions containing in a snow cover of the Russky Island (Vladivostok) first in the history of supervision, including in the territory of a Campus of Far East Federal University (seasons 2011/2012-2013/2014) are presented. Distribution of the particles of various sizes weighed in air and genesis in areas of the island differing with anthropogenous loading is revealed: campus of Far East Federal University, the bridge through the Eastern Bosphorus Strait and settlement the Channel. It is shown that in connection with increase of anthropogenous press of the Russky Island, its ecological state because of increase in the atmosphere of fractions nano - and microdimensional particles worsens.

**Keywords:** suspension, microparticles, Russian Island, ecological factors

#### Контактная информация:

Голохваст Кирилл Сергеевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности в техносфере, Инженерной школы ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации

Адрес: 690990, г. Владивосток, ул. Пушкинская, д. 41

Тел./факс (924) 126-13-13

E-mail: droopy@mail.ru