УДК 614.715:613.15(571.62/.63)

DOI: 10.36604/1998-5029-2019-74-53-61

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА АТМОСФЕРНОЙ ВЗВЕСИ КРУПНЕЙШИХ ГОРОДОВ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ (ХАБАРОВСК, КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ, СОВЕТСКАЯ ГАВАНЬ И НИКОЛАЕВСК-НА-АМУРЕ)

А.С.Холодов¹, В.А.Дрозд¹, К.С.Пикула¹, К.С.Голохваст^{1,2,3}

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет», 690990, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии
Дальневосточного отделения РАН, 690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7

³Владивостокский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» – Научно-исследовательский институт
медицинской климатологии и восстановительного лечения, 690105, г. Владивосток, ул. Русская 73 г

РЕЗЮМЕ. Введение. Данная работа посвящена исследованию фракционного состава твердых взвешенных частиц в атмосферном воздухе Хабаровского края (города Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре, Советская Гавань, Николаевск-на-Амуре). **Цель.** Определение содержания в воздухе микрочастиц атмосферной взвеси, которые оказывают влияние на качество воздуха, климат, людей и животных. **Материалы и методы.** Атмосферные взвеси извлекали в снег, который собирали во время снегопадов, чтобы исключить его вторичное загрязнение антропогенными аэрозолями. Талый снег анализировали на лазерном анализаторе частиц Fritsch Analysette 22 NanoTech (Германия), который позволяет в ходе одного измерения устанавливать распределение частиц по размерам, а также определять их форму. **Результаты.** Во всех наблюдаемых населенных пунктах зафиксировано умеренно высокое процентное содержание фракции взвеси диаметром до 10 мкм, которая может представлять опасность для здоровья человека. В целом, содержание этой фракции варьируется в широких пределах: от 4,7 до 49%. При этом самое высокое процентное содержание частиц диаметром до 10 мкм отмечено в пробах, отобранных в Николаевске-на-Амуре. Результаты анализа проб в Хабаровске 2018 г. сравниваются с результатами анализа проб, отобранных на тех же станциях в 2011 г. По результатам двух замеров содержания взвешенных веществ в воздухе Хабаровска, проведенных с разницей в 7 лет, видно, что состояние атмосферного воздуха в этом городе не претерпело заметных изменений. **Заключение.** На основании собственных данных, статистических и литературных источников сделан вывод о влиянии антропогенных факторов на содержание мелкодисперсной фракции твердых частиц в приземном воздухе городов Хабаровского края, которые способствуют повышению риска развития заболеваний органов дыхания.

Ключевые слова: атмосферный аэрозоль, атмосферная взвесь, загрязнение атмосферного воздуха, микрочастицы.

A STUDY OF GRANULOMETRIC COMPOSITION OF ATMOSPHERIC SUSPENSIONS OF THE LARGEST CITIES IN Khabarovsk Krai (Khabarovsk, Komsomolsk-on-Amur, Sovetskaya Gavan and Nikolayevsk-on-Amur)

A.S.Kholodov¹, V.A.Drozd¹, K.S.Pikula¹, K.S.Golokhvast^{1,2,3}

¹Far Eastern Federal University, 8 Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russian Federation

²Pacific Geographical Institute of Far Eastern Branch RAS, 7 Radio Str., Vladivostok, 690041, Russian Federation

Контактная информация

Алексей Сергеевич Холодов, кандидат географических наук, главный специалист научно-организационного управления Инженерной школы, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет», 690990, г. Владивосток, ул. Суханова, 8. Тел. 8950-289-62-70; e-mail: alex.holodov@gmail.com

Correspondence should be addressed to

Aleksei S. Kholodov, PhD (Geogr.), Senior specialist at the School of Engineering, Far Eastern Federal University; 8 Sukhanova Str., Vladivostok, 690990, Russian Federation. Phone: 8950-289-62-70; e-mail: alex.holodov@gmail.com

Для цитирования:

Холодов А.С., Дрозд В.А., Пикула К.С., Голохваст К.С. Исследование гранулометрического состава атмосферной взвеси крупнейших городов Хабаровского края (Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре, Советская гавань и Николаевск-на-Амуре) // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2019. Вып. 74. С.53–61 DOI: 10.36604/1998-5029-2019-74-53-61

For citation:

Kholodov A.S., Drozd V.A., Pikula K.S., Golokhvast K.S. A study of granulometric composition of atmospheric suspensions of the largest cities in Khabarovsk krai (Khabarovsk, Komsomolsk-on-Amur, Sovetskaya gavan and Nikolayevsk-on-Amur). *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ = Bulletin Physiology and Pathology of Respiration* 2019; 74:53–61 (in Russian). DOI: 10.36604/1998-5029-2019-74-53-61

³Vladivostok Branch of Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration – Research Institute of Medical Climatology and Rehabilitation Treatment, 73g Russkaya Str., Vladivostok, 690105, Russian Federation

SUMMARY. Introduction. This work is devoted to the study of the fractional composition of solid suspended particles in the atmospheric air of the Khabarovsk territory (Khabarovsk, Komsomolsk-on-Amur, Sovetskaya Gavan, Nikolaevsk-on-Amur). **Aim.** To detect in the air the content of microparticles of atmospheric suspensions that have an impact on air quality, climate, people, and animals. **Materials and methods.** Atmospheric suspensions were studied in snow that was collected during snowfalls to exclude its secondary pollution by anthropogenic aerosols. Snowmelt was analyzed on a laser particle analyzer Fritsch Analysette 22 NanoTech (Germany) which allows one measurement to establish the distribution of particles in size, as well as to determine their shape. **Results.** In all the observed settlements, a moderately high percentage of the suspension fraction with a diameter of up to 10 micrometers was recorded, which can pose a danger to human health. In general, the content of this fraction varies widely: from 4.7% to 49%. At the same time, the highest percentage of particles with a diameter of up to 10 micrometers was observed in the samples taken in Nikolaevsk-on-Amur. The results of the analysis of samples in Khabarovsk 2018 are compared with the results of the analysis of samples taken at the same stations in 2011. According to the results of two measurements of the content of suspended substances in the air of Khabarovsk, held with a difference of 7 years, it is clear that air quality in this city has not undergone significant changes. **Conclusion.** On the basis of our own data, statistical and literary sources, the conclusion is made about the influence of anthropogenic factors on the content of fine fraction of solid particles in the surface air of the cities of the Khabarovsk territory, which contribute to an increase in the risk of respiratory diseases.

Keywords: atmospheric aerosol, atmospheric suspension, air pollution, microparticles.

Хабаровский край, занимающий территорию площадью 787 633 км², является третьим по величине субъектом Российской Федерации [5]. На территории края развиты черная и цветная металлургия, машиностроение, лесная промышленность. Широко распространено транспортное сообщение, включающее в себя автомобильный, железнодорожный, авиационный и водный виды транспорта.

Одной из важных проблем, связанных с развитием промышленности и транспортного сообщения, является ухудшение экологической обстановки на территории края, в частности, ухудшение качества атмосферного воздуха [7, 15]. На фоне неблагоприятного качества воздуха среди населения все большее распространение получают заболевания верхних дыхательных путей, а также бронхиальная астма. Эта проблема давно обсуждается в научных статьях [6, 8, 9].

Данная работа имеет особое значение, поскольку о фракционном составе твердых взвешенных частиц в атмосферном воздухе Хабаровского края известно мало, хотя исследованиям компонентного состава загрязнителей атмосферного воздуха населенных пунктов посвящено некоторое количество статей [2–4]. Цель исследования заключается в определении содержания микрочастиц атмосферной взвеси, которые оказывают влияние на качество воздуха, климат, людей и животных.

Материалы и методы исследования

Атмосферные взвеси изучали в выпавшем снеге в населенных пунктах Хабаровского края (города Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре, Советская Гавань и Николаевск-на-Амуре). Пробы отбирались во время снегопадов в феврале 2018 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. После доставки проб в лабораторию талый снег упаривали на ротаторном испарителе при температуре 40°C для получения более концентрированного раствора, пока его объем не уменьшался до 60 мл. Жидкость анализировали на лазерном анализаторе частиц Fritsch Analysette 22 NanoTech (Германия), который позволяет в ходе одного измерения устанавливать распределение частиц по размерам, а также определять их форму. Измерения проводились в диапазоне от 0.08 до 2000 мкм. Станции отбора проб показаны на рисунках 1–4.

Результаты исследования и их обсуждение

Сводные данные по гранулометрическому составу частиц, взвешенных в воздухе населенных пунктов Хабаровского края, приведены в таблице 2 и на рисунке 5. Среди всех размерных фракций частиц атмосферной взвеси наибольший интерес представляют частицы диаметром до 10 мкм, оказывающие влияние на здоровье человека [16].

В Хабаровске пробы атмосферной взвеси в снеге уже отбирались ранее (зимой 2011 г.) в точках 3, 6, 8–10 (табл. 2). В тот период на каждой станции было отобрано по две пробы, результаты анализа которых были усреднены для настоящего сравнения. При сравнении содержания экологически значимых фракций атмосферной взвеси диаметром до 1 и до 10 мкм (PM₁ и PM₁₀, соответственно) в разных районах города в 2018 и 2011 гг. видно, что содержание этих фракций серьезного изменения не претерпело, а небольшие различия можно объяснить естественными вариациями. Известно, что на содержание взвеси влияет огромное количество как постоянных факторов (среди которых климат, направление ветра, сезонность и т.д.), так и временных, среди которых можно выделить техногенные (например, строительство дорог, появление новых

предприятий, выбрасывающих загрязняющие вещества в атмосферу) и природные (пыльные бури, тайфуны и т.д.) [4]. Практически во всех пробах наблюдается слегка повышенный уровень процентного содержания частиц PM10, особенно в пробах из районов города, характеризующихся повышенной антропогенной нагрузкой (интенсивное движение автотранспорта, железная дорога, выбросы промышленных предприятий и т.д.). Нужно подчеркнуть, что по данным главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, в 2018 г. Хабаровск был отмечен как

один из городов Дальневосточного федерального округа с повышенным уровнем загрязнения атмосферы [14]. Заметный вклад в загрязнение воздуха в Хабаровске вносит автомобильный транспорт [11], что характерно для любого развитого города [17]. Таким образом, по результатам двух замеров содержания взвешенных веществ в воздухе Хабаровска, проведенных с разницей в 7 лет, видно, что состояние атмосферного воздуха в этом городе не претерпело заметных изменений.

Рис. 1. Станции отбора проб в Хабаровске. Расшифровка станций приведена в таблице 1.

Таблица 1

Описание станций отбора проб в г. Хабаровске

Станция	Описание
1	Дендрарий (ул. Волочаевская 71).
2	Дальневосточный завод энергетического машиностроения (ул. Ленинградская, 28). Интенсивное движение автотранспорта и высокая пешеходная нагрузка.
3	Парк «Динамо» (ул. Карла Маркса, 62). Точка отбора в Парке выбрана в зоне с максимальной плотностью пешеходов.
4	Парк «Динамо», в зоне «покоя», с минимальной посещаемостью населением.
5	Краевая больница №1. Район с большим скоплением медицинских центров.
6	Район Железнодорожного вокзала по ул. Ухтомского.
7	Стадион им. Ленина. Максимальная пешеходная нагрузка.
8	Хабаровский нефтеперерабатывающий завод (ул. Металлистов, 17).
9	Район детского санатория «Амурский» (ул. Санаторная, 38).
10	ТЭЦ-3 (пригород Хабаровска).

Рис. 2. Станции отбора проб в Комсомольске-на-Амуре: 1) ул. Аллея Труда, 1 (судостроительный завод); 2) ул. Набережная, 7 (речной вокзал); 3) ул. Чапаева, 1 (Парк железнодорожников); 4) ул. Красногвардейская, 35 (Парк «Строитель»); 5) ул. Вагонная, 14 (Район ТЭЦ-1, промышленная зона).

Рис. 3. Станции отбора проб в Советской Гавани: 1) Железнодорожный вокзал; 2) ул. Крылова, 4 (территория школы-интерната №1); 3) Парк «Зеленый мыс»; 4) Судоремонтный завод; 5) Площадь Победы (центр города).

Рис. 4. Станции отбора проб в Николаевске-на-Амуре: 1) ул. Приамурская, 69 (территория СОШ №1); 2) Парк им. Ю.А. Гагарина; 3) Морской торговый порт (недалеко от ТЭЦ); 4) Перекресток ул. Гоголя и Луначарского (максимальная транспортная нагрузка); 5) спортивная площадка (Заводской пер.).

Таблица 2

Данные по гранулометрическому составу частиц, взвешенных в воздухе населенных пунктов
Хабаровского края

№	≤1	1-10	10-50	50-100	100-400	400-700	≥700
Хабаровск							
1	2,7	24,7	38,8	18,6	6,6	0,2	8,4
2	2,3	18,4	41,2	26,2	11,1	0,8	0
3	1,9 / 0*	18,2 / 51	35,7 / 49	22,9 / 0	10,4 / 0	4,8 / 0	6,1 / 0
4	3,2	24,2	40,0	20,0	8,4	1,0	3,2
5	1,3	14,7	33,5	28,4	21,9	0,2	0
6	1,7 / 0	17,1 / 11,5	35,6 / 48,5	18,8 / 0	8,8 / 8	10,3 / 0,5	7,7 / 30,5
7	1,0	8,7	37,2	34,6	18,5	0,3	0
8	2,8 / 0	20,6 / 20	26,8 / 69,5	9,7 / 10,5	18,7 / 0	6,0 / 0	15,4 / 0
9	2,4 / 1	20,7 / 11,5	58,4 / 42	18,1 / 0	0,4 / 0	0 / 20	0 / 24,5
10	3,1 / 0	22,3 / 36	48,8 / 59	5,7 / 11	0,1 / 12	2,6 / 0	17,4 / 0
Комсомольск-на-Амуре							
1	2,7	22,5	71,0	3,8	0	0	0
2	2,8	22,2	63,7	11,3	0	0	0
3	2,6	26,2	69,8	1,4	0	0	0
4	1,2	10,1	27,8	4,4	2,2	11,6	42,7
5	0,1	1,2	0,7	0	3,1	19,7	75,2
Советская Гавань							
1	2,3	24,9	59,2	10,2	0,1	1,2	2,1
2	2,2	24,6	35,7	6,6	21,8	8,7	0,4
3	1,9	29,0	29,7	3,7	0,8	4,4	30,5
4	7,2	38,9	28,8	3,2	0,1	2,0	19,8
5	2,4	24,0	42,3	12,7	4,4	0,6	13,6
Николаевск-на-Амуре							
1	3,9	32,1	32,3	3,7	0,1	0,5	27,4
2	1,6	49,0	0,8	0	0	1,0	47,6
3	1,7	39,9	20,2	2,8	0,1	0,7	34,6
4	0,6	4,7	0,6	0	0	3,5	90,6
5	1,3	9,7	4,5	0	0	5,6	78,9

Примечание: * – в таблице через косую черту приведены усредненные данные гранулометрического анализа атмосферной взвеси в пробах снега, отобранных коллективом авторов в Хабаровске в зимний сезон 2011 г. (точки отбора проб №3, 6, 8-10) [3].

Рис. 5. Гранулометрические кривые распределения атмосферной взвеси в городах: А) Хабаровск; Б) Комсомольск-на-Амуре; В) Советская Гавань; Г) Николаевск-на-Амуре.

По данным обсерватории им. А.И. Воейкова, г. Комсомольск-на-Амуре в 2018 г. также характеризуется повышенным уровнем загрязнения атмосферы [14]. Результаты гранулометрического анализа атмосферной взвеси показывают среднее содержание частиц фракции PM10. Загрязнители воздуха в Комсомольск-на-Амуре типичны: автомобильный транспорт, состояние дорожной инфраструктуры, промышленные предприятия и заводы [1, 12]. Кроме, того климатический фон в городе не способствует рассеиванию загрязняющих веществ в атмосфере.

Данные гранулометрического анализа атмосферной взвеси Советской Гавани также показывают существенные уровни содержания фракции взвеси до 10 мкм. В порту Советской Гавани с 2016 г. ведется перевалка угля открытым способом. По данным открытой печати, объемы перевалки угля сравнительно невелики [10], однако угольная пыль является сильнейшим загрязнителем воздуха, обуславливающим высокий уровень заболеваемости людей, находящихся в зоне распространения такой пыли. Вдыхание угольной пыли вызывает целый спектр респираторных заболеваний [16].

Наиболее высокая концентрация мелкодисперсных частиц (1-10 мкм в диаметре) в отобранных в ходе данного исследования пробах наблюдается в Николаевске-на-Амуре. Основным загрязнителем атмосферы является торговый порт, в котором также ведется перевалка сыпучих грузов (в том числе, угля) открытым способом. По данным сети мониторинга Росгидромета, в воздухе города в 2013-2016 гг. наблюдалось превы-

шение ПДК по содержанию взвешенных веществ [13]. В 2017 г. превышений не было обнаружено, а данные за 2018 г. на настоящий момент не опубликованы.

Таким образом, содержание мелкодисперсных частиц (1-10 мкм) в населенных пунктах Хабаровского края варьируется в широком диапазоне 4,7–49% от общего содержания. Основными загрязнителями атмосферного воздуха в городах Хабаровского края являются автомобили, промышленные предприятия, порты, в которых осуществляется перевалка сыпучих грузов.

Заключение

В результате проведенных исследований получены данные по фракционному составу атмосферных взвесей в крупных населенных пунктах Хабаровского края. Содержание мелкодисперсных частиц в исследованных пробах варьируется в широком диапазоне: от 4,7 до 49%. При этом самые высокие значения фракции PM10 отмечены в пробах, отобранных в Николаевске-на-Амуре. Большое содержание мелкодисперсных частиц в точках отбора проб может быть связано с антропогенной нагрузкой: потоками автотранспорта, деятельностью предприятий, перегрузкой сыпучих грузов в портах. Обнаруженное нами неблагоприятное качество воздуха может способствовать повышению риска развития заболеваний органов дыхания.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публи-

кацией настоящей статьи.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Исследование проводилось без участия спонсоров

This study was not sponsored

ЛИТЕРАТУРА

1. Баршаев Н.Д., Садовникова Ю.Д. Определение загрязненности воздуха г. Комсомольска-на-Амуре автомобильным транспортом // Молодой ученый. 2017. №50-1 (184). С.3–5.
2. Голохваст К.С. Микрочастицы сульфата стронция в атмосферном воздухе Хабаровска // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. №S22. С.18–27.
3. Голохваст К.С., Алейникова Е.А. Состав взвешенных микрочастиц в атмосферном воздухе Хабаровска // Безопасность в техносфере. 2013. Т.2, №2. С.10–14.
4. Голохваст К.С., Алейникова Е.А., Никифоров П.А., Гульков А.Н., Христофорова Н.К. Гранулометрический анализ взвешенных микрочастиц в атмосферных осадках г. Хабаровска // Вода: химия и экология. 2012. №6(48). С. 117–122.
5. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2017 году. М.: Росреестр, 2018. 197 с. URL: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-ossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/> (дата обращения: 22.10.2019).
6. Луценко М.Т., Бабцев Б.Е. Этиопатогенетические аспекты бронхиальной астмы в Дальневосточном регионе // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 1999. Вып.4. С.6–11.
7. Мамонтова Е.А., Тарасова Е.Н., Мамонтов А.А., Кузьмин М.И., Борисов Б.З., Бульбан А.П., Юрченко С.Г., Лепская Е.В., Левшина С.И., Трегубов О.Д. Стойкие органические загрязнители в атмосферном воздухе некоторых территорий Сибири и Дальнего Востока России // География и природные ресурсы. 2012. №4. С.40–47.
8. Манаков Л.Г., Колосов В.П., Еничева Е.А., Соколова Н.В., Гордейчук И.Н., Мхоян А.С. Эпидемиология болезней респираторной системы на территории Дальневосточного региона // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2007. Вып. 27. С.30–32.
9. Манаков Л.Г., Колосов В.П., Серова А.А., Гордейчук И.Н. Эпидемиологические особенности болезней органов дыхания на территории Дальневосточного региона // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2009. Вып. 33. С.34–38.
10. Новые возможности для экспорта угля // Морские вести России. 2019. URL: <http://www.morvesti.ru/analitics/detail.php?ID=79974> (дата обращения 22.10.2019).
11. Пашенко А.Н. Оценка влияния автотранспорта на состояние атмосферного воздуха в Железнодорожном районе города Хабаровска за период 2015-2017 гг. // Молодой ученый. 2018. №46-1 (232). С.35–38.
12. Самко О.В., Верхотурова А.С. Источники загрязнения окружающей среды в г. Комсомольске-на-Амуре и способы контроля экологического состояния города // Амурский научный вестник. 2009. №1. С.228–233.
13. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2017 г.: Ежегодник. СПб.: Росгидромет, ФГБУ «ГГО», 2018. 234 с. URL: <http://www.meteorf.ru/product/infomaterials/ezhegodniki> (дата обращения: 22.10.2019).
14. Список городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. СПб.: Главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова, 2019. URL: <http://voeikovmgo.ru/?id=681&lang=ru&lang=ru> (дата обращения 21.10.2019).
15. Уфимцева Л.В., Антипова Н.С., Кольцова Е.Е. Распределение наночастиц пыли в воздухе селитебной территории Хабаровска под влиянием атмосферных осадков // Вестник КрасГАУ. 2015. №5(104). С.50–53.
16. Холодов А.С., Кириченко К.Ю., Задорнов К.С., Голохваст К.С. Влияние твердых взвешенных частиц атмосферного воздуха населенных пунктов на здоровье человека // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2019. №49. С.81–88. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-49-81-88.
17. Chernyshev V.V., Zakharenko A.M., Ugay S.M., Hien T.T., Hai L.H., Olesik S.M., Kholodov A.S., Zubko E., Kokkinakis M., Burykina T.I., Stratidakis A.K., Mezhuiev Ya. O., Sarigiannis D.A., Tsatsakis A.M., Golokhvast K.S. Morphological and chemical composition of particulate matter in buses exhaust // Toxicol. Rep. 2018. Vol.6. P.120–125. doi: 10.1016/j.toxrep.2018.12.002

REFERENCES

1. Barshaev N.D., Sadovnikova Yu.D. Estimate of air pollution in Komsomolsk-on-Amur city by road transport. *Molodoy uchenyy* 2017; 50-1(184):3–5 (in Russian).
2. Golokhvast K.S. Microparticles of strontium sulfate in the air of Khabarovsk city. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)* 2013; S22:18–27 (in Russian).
3. Golokhvast K.S., Aleynikova E.A. Composition of suspended micro-particles in the air of Khabarovsk. *Bezopasnost' v tekhnosfere* 2013; 2(2):10–14 (in Russian).

4. Golokhvast K.S., Aleynikova E.A., Nikiforov P.A., Gul'kov A.N., Khristoforova N.K. Size analysis of suspended micro particles in rainfalls of Khabarovsk city. *Voda: khimiya i ekologiya* 2012; 6(48):117–122 (in Russian).
5. State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2017. Moscow: Rosreestr; 2018. Available at: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-ossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/> (in Russian).
6. Lutsenko M.T., Babtsev B.E. Ethio-pathogenic aspects of bronchial asthma in the Far Eastern region. *Bülleten' fiziologii i patologii dyhaniâ = Bulletin Physiology and Pathology of Respiration* 1999; 4:6–11 (in Russian).
7. Mamontova E.A., Tarasova E.N., Mamontov A.A., Kuz'min M.I., Borisov B.Z., Bul'ban A.P., Yurchenko S.G., Lepskaya E.V., Levshina S.I., Tregubov O.D. Persistent organic pollutants in the atmospheric air of some territories of Siberia and the Russian Far East. *Geografiya i prirodnye resursy* 2012; 4:40–47 (in Russian).
8. Manakov L.G., Kolosov V.P., Enicheva E.A., Sokolova N.V., Gordeychuk I.N., Mkhoyan A.C. Epidemiology of respiratory diseases in territory of Far East region. *Bülleten' fiziologii i patologii dyhaniâ* 2007; 27:30–32 (in Russian).
9. Manakov L.G., Kolosov V.P., Serova A.A., Gordeychuk I.N. Epidemiological peculiarities of airway diseases in the Far Eastern region *Bülleten' fiziologii i patologii dyhaniâ = Bulletin Physiology and Pathology of Respiration* 2009; 33:34–38 (in Russian).
10. New opportunities for coal export. *Morskije vesti Rossii* 2019; Available at: <http://www.morvesti.ru/analitics/detail.php?ID=79974> (in Russian).
11. Pashenko A.N. Assessment of the impact of vehicles on the state of atmospheric air in the Zheleznodorozhny district of Khabarovsk city for the period of 2015–2017. *Molodoy uchenyy* 2018; 46-1(232):35–38 (in Russian).
12. Samko O.V., Verkhuturova A.S. Sources of environmental pollution in the city of Komsomolsk-on-Amur and methods for monitoring the ecological condition of the city. *Amurskiy nauchnyy vestnik* 2009; 1:228–233 (in Russian).
13. The state of air pollution in cities in Russia in 2017: Yearbook. Saint-Petersburg: Rosgidromet, FGBU «GGO»; 2018. Available at: <http://www.meteorf.ru/product/infomaterials/ezhegodniki> (in Russian).
14. List of cities in Russia with the highest level of air pollution. Saint-Petersburg: Glavnaya geofizicheskaya observatoriya imeni A.I. Voeikova; 2019. Available at: <http://voeikovmgo.ru/?id=681&lang=ru&lang=ru> (in Russian).
15. Ufimtseva L.V., Antipova N.S., Koltsova E.E. The dust nanoparticle distribution in the air of Khabarovsk residential territory under the atmospheric precipitation influence. *Vestnik KrasGAU* 2015; 5(104):50–53 (in Russian).
16. Kholodov A.S., Kirichenko K.Y., Zadornov K.S., Golokhvast K.S. Effect of particulate matter in the air of residential areas on human health. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* 2019; 49:81–88 (in Russian). doi: 10.17217/2079-0333-2019-49-81-88
17. Chernyshev V.V., Zakharenko A.M., Ugay S.M., Hien T.T., Hai L.H., Olesik S.M., Kholodov A.S., Zubko E., Kokkinakis M., Burykina T.I., Stratidakis A.K., Mezhuiev Ya. O., Sarigiannis D.A., Tsatsakis A.M., Golokhvast K.S. Morphological and chemical composition of particulate matter in buses exhaust. *Toxicol. Rep.* 2018; 6:120–125. doi: 10.1016/j.toxrep.2018.12.002

Информация об авторах:

Алексей Сергеевич Холодов, канд. геогр. наук, главный специалист научно-организационного управления Инженерной школы, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет»; e-mail: alex.holodov@gmail.com

Владимир Александрович Дрозд, инженер радиационной безопасности НОЦ нанотехнологии Инженерной школы; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет»; e-mail: callcenter@dvfu.ru.

Константин Сергеевич Пикун, канд. биол. наук, научный сотрудник НОЦ нанотехнологии Инженерной школы; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет»; e-mail: callcenter@dvfu.ru.

Author information:

Aleksei S. Kholodov, PhD (Geogr.), senior specialist at the School of Engineering, Far Eastern Federal University; e-mail: alex.holodov@gmail.com

Vladimir A. Drozd, engineering of radiation safety at the School of Engineering, Far Eastern Federal University; e-mail: callcenter@dvfu.ru.

Konstantin S. Pikula, PhD (Biol.), Staff scientist at the School of Engineering, Far Eastern Federal University; e-mail: callcenter@dvfu.ru.

Кирилл Сергеевич Голохваст, д-р биол. наук, член-корр. РАО, профессор РАН, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности в техносфере, Инженерная школа, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет»; ведущий научный сотрудник лаборатории экологии и охраны животных, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН; старший научный сотрудник лаборатории медицинской экологии и рекреационных ресурсов, Владивостокский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» – Научно-исследовательский институт медицинской климатологии и восстановительного лечения; e-mail: droopy@mail.ru

Kirill S. Golokhvast, PhD, D.Sc. (Biol.), Professor of the Department of Life Safety in Technosphere, Engineering School, Far Eastern Federal University; Leading Staff Scientist of Laboratory of Ecology and Animals Protection, Pacific Geographical Institute FEB RAS; Senior Staff Scientist of Laboratory of Medical Ecology and Recreational Resources, Vladivostok Branch of the Far Eastern Center of Physiology and Pathology of Respiration – Research Institute of Medical Climatology and Rehabilitation Treatment; e-mail: droopy@mail.ru

*Поступила 24.10.2019
Принята к печати 28.11.2019*

*Received October 24, 2019
Accepted November 28, 2019*