

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОМ СОСТАВЕ АТМОСФЕРНОЙ ВЗВЕСИ АНАДЫРЯ И ПЕВЕКА

А. С. Холодов, заместитель начальника управления, Дальневосточный федеральный университет, *kholodov.as@dyfu.ru*,
В. А. Дрозд, инженер по радиационной безопасности, Дальневосточный федеральный университет, *v_drozd@mail.ru*,
В. В. Чернышев, к. б. н., старший преподаватель кафедры нефтегазового дела и нефтехимии, Дальневосточный федеральный университет, *chvv@mail.ru*,
К. Ю. Кириченко, научный сотрудник, Дальневосточный федеральный университет, *kirichenko2012@gmail.com*,
В. В. Чайка, к. б. н., старший научный сотрудник, Дальневосточный федеральный университет, *chaika.vv@dyfu.ru*,
К. С. Голохваст, д. б. н., профессор, Дальневосточный федеральный университет, ВФ ДНЦ ФПД — НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, *droopy@mail.ru*

В работе приведены результаты первого исследования гранулометрического состава атмосферной взвеси, содержащейся в снеге двух населенных пунктов Чукотского автономного округа: г. Анадырь и г. Певек. По результатам исследования показано, что в воздухе трех из четырех районов Анадыря в долях от 30 до 40 % встречаются частицы с диаметром менее 10 мкм. Наблюдается почти полное отсутствие частиц размером от 100 до 400 мкм в воздухе Анадыря. Воздух Певека содержит экологически значимые частицы PM10 в долях от 9,6 до 29,5 %. Можно сделать вывод, что воздух исследованных городов Анадыря и Певека типичен для арктических городов: средний уровень микро-размерного загрязнения и выраженная доля крупных частиц (более 400 мкм); таким образом, он является результатом хозяйственной деятельности человека (длинный отопительный сезон, особый режим эксплуатации автомобильного парка). Этот уровень загрязнения, в совокупности с суровым климатом этого региона, является постоянным источником болезней органов дыхания и, безусловно, снижает качество жизни.

The paper presents the results of the first study of the particle size distribution of atmospheric particulates contained in the snow of two settlements in the Chukotka Autonomous Region: Anadyr and Pevek. According to the results of the study, particles with the diameter under 10 μm are found in the air of three out of four districts of Anadyr in fractions from 30 to 40 %. There is almost complete absence of particles from 100 to 400 μm in diameter in the air of Anadyr. The air in Pevek contains environmentally significant PM10 particles in fractions from 9.6 to 29.5 %. We can conclude that the settlements of Anadyr and Pevek are typical for Arctic towns: there is an average level of pollution with micro-particles and a pronounced content of large particles (400 μm). Thus, the pollution is the result of human economic activity (long heating season, special operating mode of automobiles). This level of pollution, together with the harsh climate of this region, is a constant source of respiratory diseases, reducing the quality of life.

Ключевые слова: атмосферные взвеси, загрязнение воздуха, PM10, PM50, Анадырь, Певек, экология, микрочастицы.

Keywords: atmospheric particulates, air pollution, PM10, PM50, Anadyr, Pevek, ecology, microparticles.

Большая часть территории Чукотского автономного округа (ЧАО) расположена за Северным полярным кругом и продолжительность зимы достигает 10 месяцев, что накладывает определенный отпечаток на тип теплоснабжения.

На территории ЧАО развита горнодобывающая промышленность, ведется активная добыча олова, вольфрама, молибдена, бурого и каменного угля, золота и серебра [1, 2].

Данная статья посвящена изучению микро-размерного загрязнения населенных пунктов Чукотки и продолжает цикл наших работ по исследованию атмосферной взвеси городов и заповедников Дальнего Востока [3].

Материалы и методы. Атмосферные взвеси изучались в выпавшем снеге в населенных пунктах Чукотского автономного округа (города Анадырь и Певек), который собирался в момент снегопадов в марте 2018 г.

В Анадыре, самом крупном населенном пункте ЧАО, проживает более 15 тыс. человек (данные 2018 г.), а в Певеке — более 4,3 тыс. человек. Точки отбора приведены на рис. 1 и 2, а расшифровка в табл. 1 и 2.

Атмосферные взвеси изучались в выпавшем снеге [4], который собирался в момент снегопадов в марте 2018 г. Чтобы исключить вторичное загрязнение антропогенными аэрозолями, был собран верхний слой (5—10 см) только что выпавшего снега. Его помещали в стерильные кон-

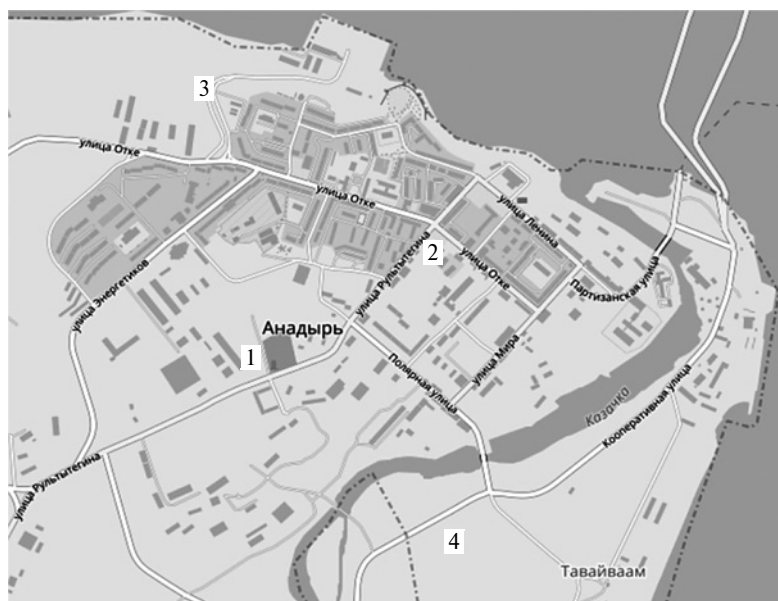


Рис. 1. Станции отбора проб в Анадыре. Расшифровка станций в табл. 1. Участники ©Openstreetmap

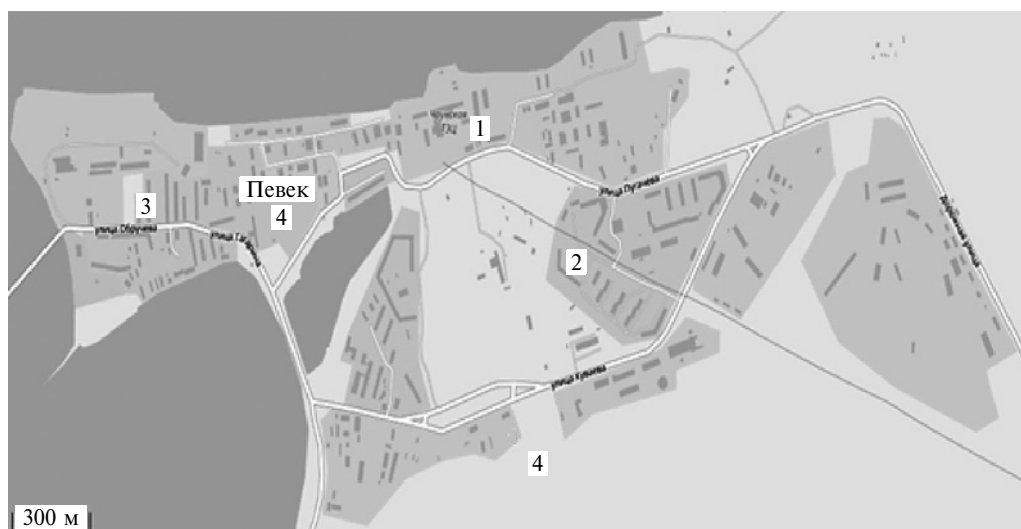


Рис. 2. Станции отбора проб в Певеке. Расшифровка станций в табл. 1. Участники ©Openstreetmap

тейнеры объемом 3 л. После доставки проб в лабораторию талый снег упаривали на роторном испарителе при температуре 40 °С для получения более концентрированного раствора, пока его объем не уменьшался до 60 мл. Жидкость анализировали на лазерном анализаторе частиц Fritsch Analysette 22 NanoTech (Германия). Измерения проводились в диапазоне от 0,08 до 2000 мкм.

Исследования проводились с использованием оборудования ЦКП «Межведомственный центр аналитического контроля состояния окружающей среды» ДВФУ.

Результаты и обсуждение. Данные по гранулометрическому составу частиц, взвешенных в воздухе населенных пунктов, приведены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, в трех из четырех районов Анадыря содержатся потенциально опасные частицы PM_{10} (с диаметром менее 10 мкм): точка 2 — 30,7 %, точка 3 — 40,71 % и точка 4 — 37,71 %. Источником такой размерной фракции в этих точках являются, по-видимому, автомобили, которые в условиях эксплуатации при отрицательных температурах большую часть времени находятся в рабочем режиме. Точка отбора 1, находящаяся в 50 м от трубы котельной, показала наличие характерной крупной фракции сажи — от 100 до 700 мкм. Стоит также отметить, что в воздухе Анадыря отсутствуют частицы PM_{100} и PM_{400} , а частицы PM_{50} встречаются только в одном районе. Возможно, это связано с динамикой

Таблица 1
Описание станций отбора проб в Анадыре

№ точки	Район отбора пробы
1	Ул. Рультеггина 35 (Котельная — расстояние 50 м)
2	Ул. Рультеггина 19 (Крупная автомагистраль — перекресток)
3	Ул. Беринга д. 20, удаление 100 м
4	Ул. Кооперативная (лесопарковая зона, 200 м от дороги)

Таблица 2
Описание станций отбора проб в Певеке

№ точки	Район отбора пробы
1	Район Чаунской ТЭЦ
2	Жилой район
3	Район Морского торгового порта
4	Лесопарковая зона

Таблица 3
Гранулометрический состав частиц взвеси в г. Анадырь и г. Певек

Точки отбора/ фракция, мкм	Анадырь				Певек			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Менее 1	0,56	5,7	6,6	4,32	1,9	2,8	1,2	4
1—10	1,36	25	34,11	33,39	16,9	21,2	8,4	25,5
10—50	4,96	13,97	12,24	9,42	36,8	27,3	51,6	43,7
50—100	1,04	0	0	0	4,3	4,7	34	5,4
100—400	47,44	0	0	0	3,9	5,7	4,8	0
400—700	42,14	3,62	4,82	3,34	1	2	0	0,5
Более 700	2,74	51,62	42,2	49,49	35,1	36,2	0	20,8

воздушных масс (перенос «материк—океан»), ведь Анадырь расположен на побережье Берингова моря, в зоне тундры с характерным морским климатом, отличительной чертой которого является муссон (сезонная смена влияния океана и суши). Наиболее сильные ветра наблюдаются в ноябре—марте, именно тогда, когда отбирались пробы, при этом ФГБУ «Чукотское УГМС» не фиксировало отклонений от обычного уровня загрязнения окружающей среды в данный период [5].

Данная работа выполнена в рамках проекта «Разработка и практическая апробация методов экологической оценки объектов использования атомной энергии Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» для долгосрочного обеспечения безопасности на стадиях подготовки к их выводу из эксплуатации и вывода из эксплуатации с учетом совокупных антропогенных (радиационных, химических и иных) рисков Дальневосточного федерального округа».

Библиографический список

- Север и северяне. Современное положение коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока России / Отв. ред. Н. И. Новикова, Д. А. Функ. — М.: издание ИЭА РАН, 2012. — 204 с.
- Железнов-Чукотский Н. К., Железнова Т. К. Экологические факторы здоровья населения на территории Северо-Восточной Азии // Научный диалог. — 2015. — № 2 (38). — С. 41—62.
- Голохваст К. С. Атмосферные взвеси городов Дальнего Востока. — Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2013. — 178 с.
- 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.
- Мониторинг загрязнения окружающей среды на территории Чукотского АО за март 2018 года. Официальный сайт ФГБУ «Чукотское УГМС» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chukotmeteo.ru/-2018-.html>.

В Певеке, в отличие от Анадыря, доля частиц фракции PM_{10} не превышает 25,5 %, хотя в городе и находится Чаунская ТЭЦ, построенная в 1944 г. Во многих пробах обнаружено высокое содержание характерных для выбросов ТЭЦ крупных частиц (спеки и сажа), размером более 700 мкм. Свой вклад в загрязнение атмосферного воздуха Певека вносят предприятия по добыче и переработке полезных ископаемых [6].

Среднее микроразмерное загрязнение атмосферы городов Анадырь и Певек показывает, что экологическая обстановка в этих городах является следствием климатических условий (отрицательные температуры и сезонные ветра), а также адаптацией к ним (долгий период работы котельных и ТЭЦ, режим работы двигателей автомобилей) [2]. Такие условия сказываются на здоровье жителей: болезни органов дыхания лидируют среди показателей заболеваемости жителей округа [1, 7].

Результаты данной работы необходимо учитывать при проработке развития арктических городов, в том числе при подготовке проектов теплоснабжения (идеальным вариантом видится строительство газовых ТЭЦ, дающих минимальные выбросы).

6. Выполнение работ по разработке генерального плана и правил землепользования и застройки городского округа Певек: Этап 2. Том 2: Материалы по обоснованию проекта генерального плана и правил землепользования и застройки городского округа Певек. — Омск — Санкт-Петербург: ПАО «ОНХП», 2017. — 145 с.
7. Галанин А. В., Беликович А. В., Галанин А. А., Трегубов О. Д. и др. Природа и ресурсы Чукотки. — Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1997. — 236 с.

THE FIRST DATA ON THE PARTICLE SIZE COMPOSITION OF ATMOSPHERIC PARTICULATES IN ANADYR AND PEVEK

A. S. Kholodov, Deputy Head of the Department, Far Eastern Federal University, kholodov.as@dvfu.ru,

V. A. Drozd, Radiation Safety Engineer, Far Eastern Federal University, v_drozd@mail.ru,

V. V. Chernyshev, Ph. D. (Biology), Senior Lecturer of the Department of Oil, Gas and Petrochemical Industry, Far Eastern Federal University, chvv@mail.ru,

K. Yu. Kirichenko, Researcher, Far Eastern Federal University, kirichenko2012@gmail.com,

V. V. Chaika, Ph. D. (Biology), Senior Researcher, Far Eastern Federal University, chaika.vv@dvfu.ru,

K. S. Golokhvast, Ph. D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Far Eastern Federal University, Research Institute of Medical Climatology and Rehabilitation, Pacific Institute of Geography FEB RAS, droopy@mail.ru

References

1. Sever i severyane. Sovremennoe polozhenie korennykh malochislennykh narodov Severa, Sibiri i Dal'nego Vostoka Rossii / Otv. red. N. I. Novikova, D. A. Funk [The North and the Northerners. The current situation of indigenous small-numbered peoples of the North, Siberia and the Far East of Russia. Ed. by N. I. Novikova, D. A. Funk.]. Moscow, Publ. IEA RAS. 2012. 204 p. [in Russian]
2. Zheleznov-Chukotsky N. K., Zheleznova T. K. Ekologicheskie faktory zdorov'ya naseleniya na territorii Severo-Vostochnoj Azii. *Nauchnyj dialog* [Environmental factors of population health in North-East Asia. *Scientific dialogue*]. 2015. No. 2 (38). P. 41–62. [in Russian]
3. Golokhvast K. S. Atmosfernye vzvesi gorodov Dal'nego Vostoka [Urban atmospheric suspensions of the Russian Far East]. Vladivostok, FEFU Publishing House. 2013. 178 p. [in Russian]
4. Golokhvast K. S., Khristoforova N. K., Kiku P. F., Gulkov A. N. Granulometricheskij i mineralogicheskij analiz vzveshennykh v atmosfernom vozduhe chastic. *Byulleten' fiziologii i patologii dyhaniya* [Granulometric and mineralogic analysis of suspended particles in the air. *Bulletin of Physiology and Pathology of Respiration*]. 2011. No. 2 (40). P. 94–100. [in Russian]
5. Monitoring zagryazneniya okruzhayushchej sredy na territorii Chukotskogo AO za mart 2018 goda. Oficial'nyj sajt FGBU "Chukotskoe UGMS" [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.chukotmeteo.ru/-2018-.html> [Monitoring of environmental pollution in the territory of Chukotka Autonomous Okrug for March 2018. Official site of FGBU Chukotskoye UGMS] [Electronic resource] URL: <http://www.chukotmeteo.ru/-2018-.html> [in Russian]
6. Vypolnenie rabot po razrabotke general'nogo plana i pravil zemlepol'zovaniya i zastrojki gorodskogo okruga Pevek: Etap 2. Tom 2: Materialy po obosnovaniyu proekta general'nogo plana i pravil zemlepol'zovaniya i zastrojki gorodskogo okruga Pevek. [Implementation of works on the development of the master plan and rules for land use and development of the city district of Pevek: Stage 2. Volume 2: Materials for the substantiation of the draft master plan and rules of land use and development of the urban district of Pevek]. Omsk, St. Petersburg, PAO "ONHP". 2017. 145 p. [in Russian]
7. Galanin A. V., Belikovich A. V., Galanin A. A., Tregubov O. D. et al. Priroda i resursy Chukotki. [Nature and resources of Chukotka]. Magadan, NESR FEB RAS. 1997. 236 p. [in Russian]