

СИГНАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ АТМОСФЕРНЫХ ВЗВЕСЕЙ ГОРОДОВ. ЧАСТЬ I.
ЧАСТИЦЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯК.С.Голохваст^{1,2}¹Дальневосточный федеральный университет Минобрнауки РФ, 690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8²Владивостокский филиал Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания Сибирского отделения РАН – НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения, 690105, г. Владивосток, ул. Русская, 73г

РЕЗЮМЕ

В работе приведены результаты исследования частиц атмосферных взвесей, содержащихся в снеге городов Дальнего Востока Российской Федерации в 2010-2013 гг. Выявлены, описаны и идентифицированы взвешенные в воздухе частицы различных размеров биологического происхождения. Установлено, что по преобладанию в пробах городов юга Дальнего Востока, органические частицы выстраиваются в следующий ряд: растительный наземный детрит (фрагменты листьев деревьев и трав), шерсть животных, мелкие насекомые и фрагменты их тел, микроорганизмы аэропланктона, неопределяемый биологический мусор. В пробах из городов, расположенных на берегу водоемов, встречаются специфические компоненты: фрагменты водорослей и раковин моллюсков, морских беспозвоночных животных (иглы морских ежей и части панциря членистоногих). Показано, что если в большинстве городов Дальнего Востока (Владивосток, Хабаровск, Благовещенск, Уссурийск) доля частиц биологического происхождения, собранных в зимнее время, не превышает 10%, то в Биробиджане и заповеднике Бастак составляет до 20%.

Ключевые слова: взвеси, атмосфера, органический компонент, микрочастицы.

SUMMARY

SYGNAL COMPONENTS OF ATMOSPHERIC
SUSPENDED MATTERS. PART I. PARTICLES OF
BIOLOGICAL ORIGINK.S.Golokhvast^{1,2}¹Far Eastern Federal University, 8 Sukhanova Str.,
Vladivostok, 690950, Russian Federation²Vladivostok Branch of Far Eastern Scientific Center of
Physiology and Pathology of Respiration of Siberian
Branch RAMS – Research Institute of Medical
Climatology and Rehabilitation Treatment, 73g Russkaya
Str., Vladivostok, 690105, Russian Federation

The work shows the results of the research of atmospheric suspended particles that were found in the snow of towns of the Far East of Russian Federation in 2010-2013. Suspended particles of different sizes of the biological origin were revealed, described and identified. It was found out that according to the domination in the samples taken from different towns located in the south of the Far East, organic particles form the following row: plant ground detritus (the fragments of leaves

and grass), animal dander, tiny insects and the fragments of their bodies, microorganisms of air plankton, unidentified biological rubbish. In the samples taken from the towns located on the banks of some ponds there are specific components: the fragments of weeds and mollusk shells, sea invertebrates (quills of sea hedgehogs and parts of arthropods carapace). It was shown that if in the majority of towns of the Far East (Vladivostok, Khabarovsk, Blagoveshchensk, Ussuriysk) the part of the particles of the biological origin taken in winter is no more than 10%, whereas in Birobidzhan and in the nature reserve Bastak it was about 20%.

Key words: suspended matters, atmosphere, organic component, microparticles.

Атмосферные взвеси как отдельный абиотический фактор среды изучаются сравнительно недавно. Формирование атмосферных взвесей это сложный и многогранный процесс, связанный, главным образом, с эрозией почв, вулканической деятельностью, пожарами, определяемый движением воздушных масс на планетарном уровне.

Очевидно, что кроме прямого количественного (чаще, весового) анализа загрязнения атмосферы, который подчас бывает единственным из критериев мониторинга, крайне важно оценивать размерность и вещественный состав частиц взвешенного материала.

Достаточно долго, можно сказать с момента появления планетезимали, которая потом стала Землей [5], атмосферные взвеси состояли преимущественно из неорганического материала (частиц минералов и горных пород) и низкомолекулярной органики, принесенной метеоритами и астероидами. Обнаруженные недавно планетезимали (например, Лютеция 21) и сейчас покрыты слоем неорганической пыли (до 600 м) [11, 46], которая возникла в начале эволюции Солнечной системы.

С ходом истории, а именно, с возникновением жизни на Земле и появлением больших объемов биологического материала, в атмосферных взвесах начала расти доля сложного полимерного органического материала, который также, являясь динамической системой, постоянно изменяется [14, 32, 38, 52].

Стоит отметить, что в снежных пробах состав частиц отличается от профиля проб, собранных в весенне-летнее время [33], в которых важнейшей частью является пыльца растений. Именно пыльца, по мнению многих исследователей [1, 8, 33, 35, 37, 39], является причиной аллергических заболеваний, частота которых возрастает с середины мая по середину августа.

Именно исходя из этого, подавляющее большинство работ исследователей на сегодняшний день затрагивает только высокоаллергенные компоненты взвесей – споры грибов и пыльцу растений, собранных в теплое время года [1, 10, 15, 20, 35, 36, 42, 45, 47, 49].

Имеются сообщения и о других атмосферных аллергенах – шерсти кошек, собак и клещах домашней пыли [16, 17, 19, 25, 28, 29, 34, 41, 48].

Ранее нами уже поднимался вопрос о различии между природными и техногенными взвесями в города Дальнего Востока и его эколого-гигиеническом значении [2, 3]. Данная работа посвящена вещественному изучению частиц атмосферных взвесей биологического происхождения в снеге городов юга Дальнего Востока, чтобы оценить биологическую компоненту взвесей (а именно их аллергогенный потенциал) в зимнее время.

Материалы и методы исследования

Методология исследования частиц атмосферных взвесей биологического происхождения обычно нацелена на исследование пыльцы растений [12, 38], тогда как к остальным компонентам приходится применять неспецифические методы.

Нами исследовались атмосферные взвеси, находившиеся в снеге, собранном в 2010–2013 гг. в крупнейших городах Дальнего Востока Российской Федерации: Владивосток (13 точек), Хабаровск (12 точек), Биробиджан (5 точек), Благовещенск (25 точек), Уссурийск (10 точек) и государственном заповеднике «Бастак» (5 точек).

Чтобы исключить вторичное загрязнение, пробы (атмосферные осадки в виде снега) собирались только во время снегопадов. Отбирался только верхний слой (5–10 см) свежеснегавшего снега. Его помещали в стерильные контейнеры объемом 3 л, предварительно отмытые от пыли дистиллированной водой. После

оттаивания снега жидкость высушивали в стерильных и безпылевых условиях. Затем из контейнеров отбирали пробы для анализа взвесей на световом микроскопе Nikon SMZ1000 и сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром Thermo Scientific. В поле зрения микроскопа отбиралось по 50 частиц, и в них по морфологии и результатам энергодисперсионного анализа выделялись частицы биологического происхождения. Напыление образцов для электронного микроскопа производили платиной.

Результаты исследования

По частоте встречаемости в пробах частицы биологического происхождения можно выстроить в ряд по встречаемости: растительный наземный детрит (фрагменты листьев деревьев и трав), шерсть животных, мелкие насекомые (вши, блохи) и фрагменты их тел, аэропланктон, неопределяемый мусор.

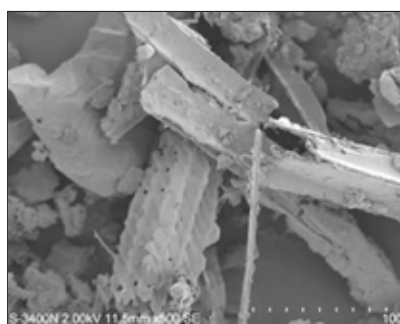
Растительный наземный детрит

Наиболее часто встречающиеся в атмосферных взвешах компоненты биологического происхождения являются производными наземной растительности. Даже зимой по нашим данным их доля в пробах атмосферных взвесей велика – до 70%.

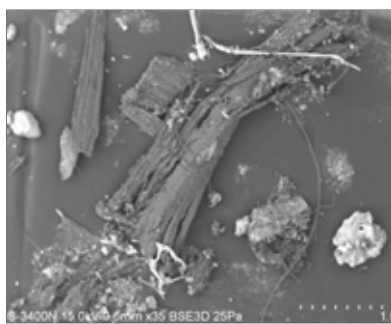
Частицы растительного детрита чаще всего представляют собой неопределяемые фрагменты листьев, стеблей (рис. 1 а, в, г), древесины (рис. 1 б), панцирей диатомовых водорослей и фитолитов.

К наиболее редким типам частиц относятся фитолиты (биоминералы растений) и фрагменты панцирей диатомей.

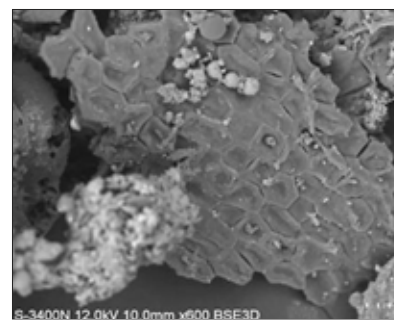
Иногда в пробах снега встречается и пыльца растений, хотя в весенне-летний период доля пыльцы в несколько раз выше, что и формирует предпосылки для поллинозов.



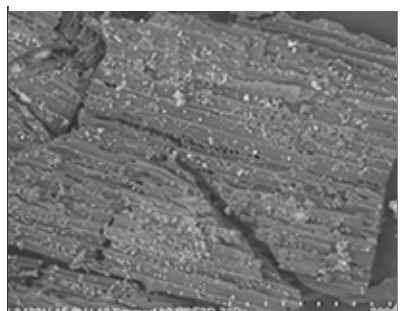
а



б



в



г

Рис. 1. Электронные микрофотографии.

а – фрагменты листьев из образца снега, собранного в районе кольцевой автомобильной дороги г. Биробиджана. Увеличение: 500.

б – частицы древесины из образца снега, собранного в районе ВДНХ г. Благовещенска. Увеличение: 35.

в – фрагменты листьев из образца снега, собранного в центре заповедника Бастак. Увеличение: 600.

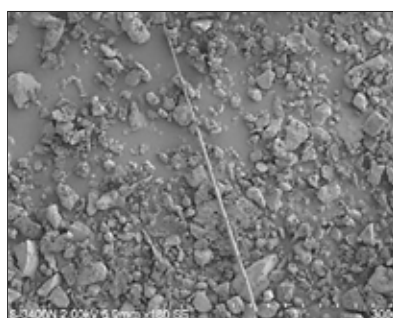
г – фрагмент стебля из образца снега, собранного в районе перекрестка улиц Партизанская–Ленина г. Благовещенска. Увеличение: 180.

Шерсть животных

Выраженное влияние на здоровье людей (в виде аллергий) шерсть животных как фактор проявляет при домашнем содержании последних [13]. Как видно на



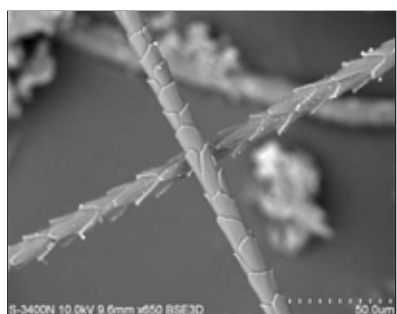
а



б



в



г

рис. 2. Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах.

а, б – шерсть животного из образца снега, собранного 9.04.2012 г. в районе Змеинка г. Владивостока во время пыльной бури из Монголии. Увеличение: 180.

в – волосы животного из образца снега, собранного в районе КПП г. Благовещенска. Увеличение: 500.

г – волосы животного из образца снега, собранного в районе железнодорожного вокзала г. Хабаровска. Увеличение: 650.

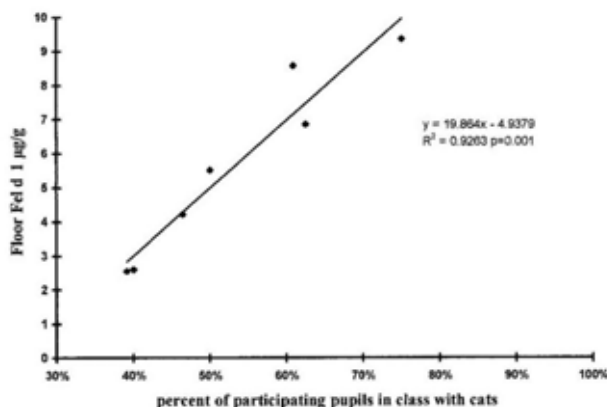


Рис. 3. Взаимосвязь сенсибилизации к большому аллергену кошки Fel d 1 с количеством людей, содержащих кошек дома (G.B.Diette et al., 2008).

Как известно, аллергия к домашним животным, а именно, к их шерсти, является актуальной проблемой современной аллергологии [16, 17, 19, 25, 34, 41]. Особенно хорошо изучены аллергены кошек [29, 51]. Так, например, исследования Е.С.Гусаревой и соавт. [19] свидетельствуют о том, что большинство больных бронхиальной астмой (57,3%) имели сенсибилизацию к большому аллергену кошки (Fel d 1).

В работе G.B.Diette et al. [13] приводится график корреляции сенсибилизации к Fel d 1 к проценту людей, содержащих дома кошек (рис. 3).

Стоит отметить, что в последнее время круг аллергенов, связанных с шерстью животных, расширяется. Кроме аллергенов кошек – Fel d 1, Fel d 2 (albumin), Fel d 4 (lipocalin), Fel d 5w [29, 41, 48], уже описаны аллер-

гис. 2, этот тип частиц атмосферных взвесей биологического происхождения встречается и на открытых пространствах. К сожалению, точное определение вида животного по шерсти не всегда представляется возможным [6].

гены шерсти собак Can f 1 [28], кроликов – Fel d 1-like molecule [23].

Мелкие насекомые

Сам факт обнаружения мелких насекомых в атмосферных взвешах является достаточно редким событием (рис. 4 а, б), но, учитывая высокую аллергенность, этот тип частиц атмосферных взвесей заслуживает повышенного внимания.

Кроме аллергенов клещей (Der p 1, Der f 1) описаны также аллергические реакции и на аллергены других насекомых, например, тараканов (Bla g 2) [18, 26, 28].

По данным Е.С.Гусаревой с соавт. [19] почти треть больных бронхиальной астмой имеют сенсибилизацию к аллергенам клещей домашней пыли, а K.Huss et al. [26] сообщает о крайне высоком уровне заражения клещом домашней пыли домов жителей некоторых американских городов. Например, в Сан Диего этот уровень составляет 78,5%, а в Торонто – 59,3%. По данным это же автора уровень наличия аллергена тараканов в домашней среде в Бостоне составляет 21,5%, в Сент-Луисе – 16,3% и в Балтиморе – 13,4%.

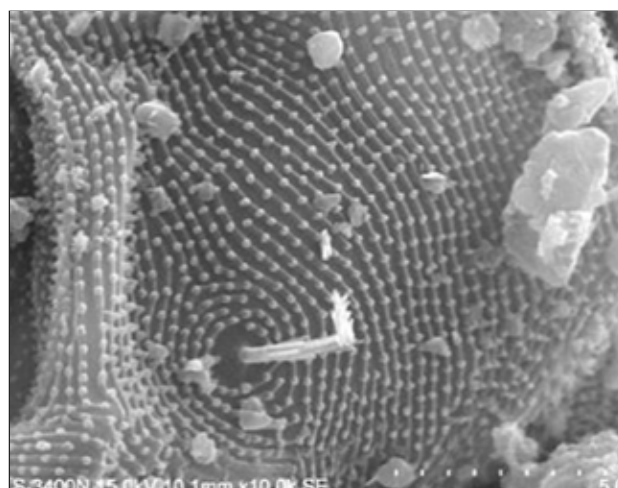
Учитывая этот факт, стоит предположить, что и в уличном воздухе городов эти аллергены могут присутствовать в достаточно значимом количестве.

Микроорганизмы аэропланктона

Частицы атмосферных взвесей часто служат местом обитания широкого спектра организмов – бактерий и грибов, некоторые из которых являются источниками токсинов, представляющих опасность для здоровья людей [9, 10].

Вообще под термином «аэропланктон» принято понимать совокупность взвешенных в воздухе живых организмов (бактерии, грибы, мхи, водоросли, споры, пыльца, фитопланктон, мелкие семена и членистоногие) [22]. Споры многих бактерий легко поднимаются в высокие слои атмосферы, что позволяет им высеиваться на больших площадях [21]. Существует мнение, что аэропланктон, вместе с пылью, существенно влияет на погодные явления, в частности, зачастую является центром десублимации атмосферного льда [4]. Так, есть работы [30] где показано, что в лабораторных условиях бактерии способствовали замерзанию воды,

перерабатывающая промышленность. Аллергические реакции наиболее вероятны и изучены на белки ракообразных – тропомиозин (Pen a 1) [43], а также рыб – аллерген трески Cad c 1 [7, 27] и аллерген окуня [44].



а

Рис. 4. Фрагменты насекомого из образца снега, отобранного в районе кольцевой автомобильной дороги г. Биробиджана. Увеличение: а – 3200; б – 10000.

Присутствие в облаках воды, микроэлементов, кислорода, оксида углерода, азота, а также наличие интенсивной лучистой энергии, создает благоприятные условия для фотосинтеза, обмена веществ и роста клеток [40]. Поэтому считается, что атмосфера, в частности, облака, представляет собой уникальную экологическую систему [31, 50], которая влияет на состав и свойства твердых частиц взвесей.

В связи с этим, аэропланктон можно рассматривать не только как носитель различных аллергенов, но и как потенциальную среду обитания патогенных микроорганизмов (рис. 5).

Морской детрит

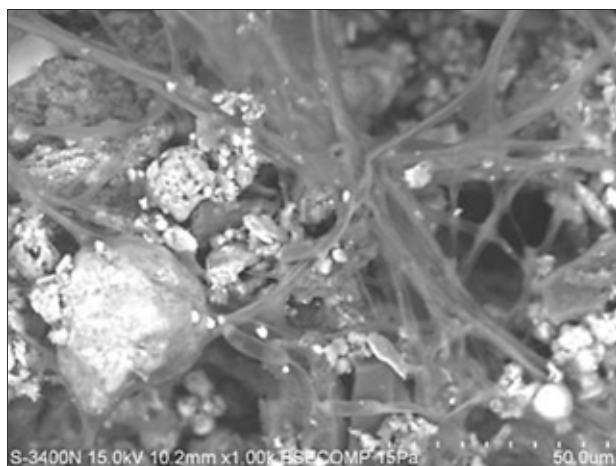
Любые элементы морской флоры и фауны могут присутствовать в атмосфере морских городов и поселков, особенно если рядом локализована рыбо- и крабо-

перерабатывающая промышленность. Аллергические реакции наиболее вероятны и изучены на белки ракообразных – тропомиозин (Pen a 1) [43], а также рыб – аллерген трески Cad c 1 [7, 27] и аллерген окуня [44].

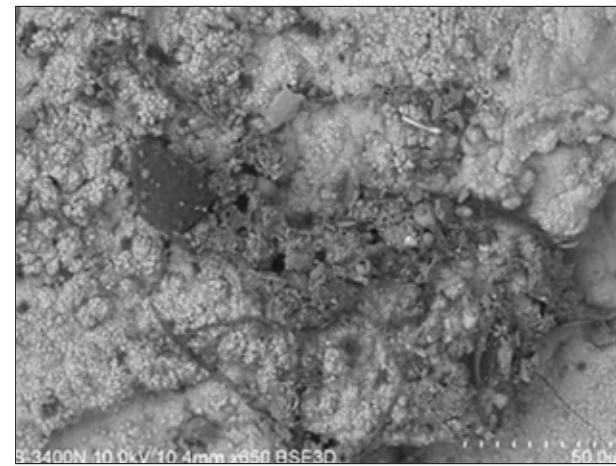
Как видно, многие аллергены морского происхождения относятся к группе мышечных белков и элементов панциря, которые после гибели животных с высокой долей вероятности могут присутствовать в прибрежной зоне, откуда могут ветром разноситься по территории населенного пункта (рис. 6).

Органический неопределяемый мусор

Согласно элементного анализа данный элемент атмосферных взвесей содержит высокую долю углерода (до 90%), но морфологически не соответствующий углю и саже (рис. 7).



а



б

Рис. 5. Гифы грибов из образца снега, собранного в районе Первомайского парка г. Благовещенка. Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах. Увеличение: а – 1000; б – 650.

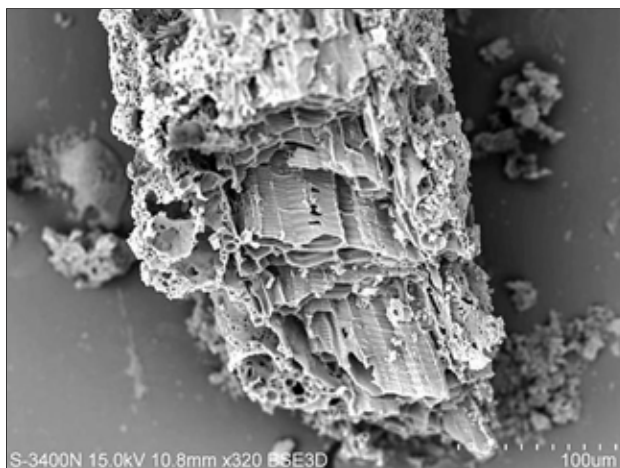


Рис. 6. Фрагмент морской органики (предположительно, часть губки, состоит на 90% из Si) из образца снега, собранного в районе Садгород г. Владивостока. Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах. Увеличение: 170

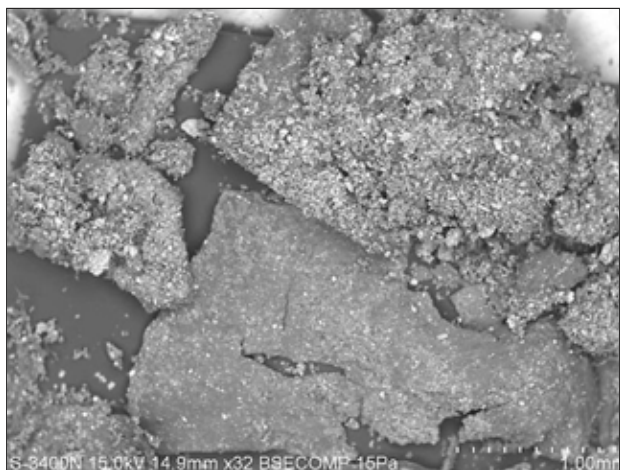


Рис. 7. Агрегаты из природных минералов, растительного детрита и неопределяемого мусора из образца снега, собранного в районе Первомайского парка г. Благовещенска. Сканирующая электронная микроскопия во вторичных электронах. Увеличение: 32.

В равновероятных шансах в неопределяемом мусоре могут содержаться перегнившие остатки органического детрита любой природы, в том числе и техногенного происхождения (например, отходы пищевой или деревообрабатывающей промышленности).

Обсуждение результатов исследования

Приведенные выше результаты позволяют выстроить компоненты атмосферных взвесей биологического происхождения в снеге по частоте встречаемости в пробах городов юга Дальнего Востока: растительный наземный детрит (фрагменты листьев деревьев и травы), шерсть животных, мелкие насекомые и фрагменты их тел, микроорганизмы аэропланктона (бактерии и грибы) и неопределяемый биологический мусор [2].

По аллергогенной активности с учетом вышеприведенных литературных данных частицы биологического происхождения, взвешенные в атмосфере в

зимнее время в городах Дальнего Востока можно распределить по убыванию: шерсть животных, фрагменты тел насекомых, растительный детрит и пыльца. Совершенно непонятна в аллергиях роль техногенного мусора, содержащего биологические компоненты, поскольку нет никаких способов достоверной идентификации его состава.

Можно также выделить основные типы частиц атмосферных взвесей биологического происхождения по каждому городу Дальнего Востока в отдельности. Так, например, во Владивостоке (порт на берегу Японского моря) преобладают частицы морского и наземного растительного детрита. В составе взвесей, обнаруженных в Хабаровске и Благовещенске, городов на берегу Амура (крупнейшей реки Евразии) и Зеи также чаще встречаются частицы наземного растительного детрита.

Подобная же картина – преобладание частиц растительного наземного детрита – наблюдается в Биробиджане и государственном заповеднике Бастак. Правда, необходимо заметить, что во всех обследованных городах в пробах взвесей преобладали природные минералы и горные породы с небольшой долей биологических компонентов (до 5-10%). В пробах г. Биробиджана и заповедника Бастак стоит отметить самую высокую долю растительного детрита среди всех обследованных городов Дальнего Востока в общей доле частиц взвесей – до 20-30%. Это связано, по-видимому, с метеорологическим режимом, географическим расположением и большими лесными массивами.

В атмосферных взвешах Уссурийска (среднего по величине континентального города с прессом топливных и промышленных предприятий) из биологических частиц преобладающим является неопределяемый биологический мусор.

Таким образом, согласно нашим результатам, «зимнее» атмосферные взвеси содержат значительное количество аллергогенного биологического материала, что согласуется с данными других исследований. Например, в работе S.Quirce et al. [41] приводятся наблюдения о сезонном повышении концентрации главного кошачьего аллергена Fel d I у жителей Виннипега в зимнее и весеннее время.

Также стоит отметить, что поверхность биологических частиц часто служит сорбентом для наноразмерных частиц как техногенного, так и природного происхождения.

Работа выполнена при поддержке Программы «Научный фонд» ДВФУ и Гранта Президента для молодых ученых МК-1547.2013.5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аистова Е.В. Инвазионные растения – источник поллиноза на российском Дальнем Востоке // Turczaniowia. 2010. Т.13, №4. С.45–48.
2. Голохваст К.С. Профиль атмосферных взвесей в городах и его экологическое значение // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2013. Вып.49. С.87–91.
3. Голохваст К.С., Чайка В.В., Борисов С.Ю., Кисе-

лев Н.Н. Частицы атмосферной взвеси современного города с точки зрения аллергологии // Рос. аллергол. журн. 2013. №2 (часть 2). С.68–69.

4. Кульский Л.А., Даль В.В., Ленчина Л.Г. Вода знаковая и загадочная. Киев: Радянська школа, 1982. 120 с.

5. Сафронов В.С. Эволюция допланетного облака и образование Земли и планет. М.: Наука, 1969. 244 с.

6. Чернова О.Ф., Целикова Т.Н. Атлас волос млекопитающих. Тонкая структура остевых волос и игл в сканирующем электронном микроскопе. М.: КМК, 2004. 429 с.

7. Aas K. Studies of hypersensitivity to fish. A clinical study // Int. Arch. Allergy Appl. Immunol. 1966. Vol.29, №4. P.346–363.

8. Antico A. Environmental factors and allergic airway diseases // Aerobiologia. 2000. Vol.16. Iss.3–4. P.321–329.

9. Mass spectrometry-based strategy for direct detection and quantification of some mycotoxins produced by *Stachybotrys* and *Aspergillus* spp. in indoor environments / E.Bloom [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. 2007. Vol.73, №13. P.4211–4217.

10. Detection of airborne *Stachybotrys chartarum* macrocyclic trichothecene mycotoxins in the indoor environment / T.L.Brasel [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. 2005. Vol.71, №11. P.7376–7388.

11. The Surface Composition and Temperature of Asteroid 21 Lutetia As Observed by Rosetta/VIRTIS / A.Coradini [et al.] // Science. 2011. Vol.334, №6055. P.492–494.

12. Quality control in aerobiology: Comparison different slide reading methods (Review) / T.R.Cotos-Yáñez [et al.] // Aerobiologia. 2013. Vol.29. Iss.1. P.1–11.

13. Environmental issues in managing asthma / G.B.Diette [et al.] // Respir. Care. 2008. Vol.53, №5. P.602–615.

14. Regional variations in grass pollen seasons in the UK, long-term trends and forecast models / J.Emberlin [et al.] // Clin. Exp. Allergy. 1999. Vol.29, №3. P.347–356.

15. Analysis of airborne pollen grains in Kirklareli / P.Erkan [et al.] // Turk. J. Bot. 2011. Vol.35, №1. P.57–65.

16. Animal danders / E.A.Erwin [et al.] // Immunol. Allergy Clin. North Am. 2003. Vol.23, №3. P.469–481.

17. Analysis of skin testing and serum-specific immunoglobulin E to predict airway reactivity to cat allergens / C.Fernández [et al.] // Clin. Exp. Allergy. Vol.37, №3. P.391–399.

18. Gao P. Sensitization to cockroach allergen: immune regulation and genetic determinants // Clin. Dev. Immunol. 2012. P.563760.

19. Cat is a major allergen in patients with asthma from west Siberia, Russia / E.S.Gusareva [et al.] // Allergy. 2006. Vol.61, №4. P.509–510.

20. Analysis of airborne pollen grains in Denizli / A.Güvensen [et al.] // Turk. J. Bot. 2013. Vol.37, №1. 2013. P.74–84.

21. Hardy A.C., Milne P.S. Studies in the distribution of insects by aerial currents // J. Animal Ecol. 1938. Vol.7, №2. P.199–229.

22. Heidorn K. And now... the weather. Calgary, Alberta: Fifth House Books. 2005. 266 p.

23. Identification and isolation of a Fel d 1-like molecule as a major rabbit allergen / C.Hilger [et al.] // J. Allergy Clin. Immunol. 2013. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091674913006817>.

24. Holzapfel E.P. Transoceanic airplane sampling for organisms and particles // Pacific Insects. 1978. Vol.18, №3–4. P.169–189.

25. Exposure to animals and the risk of allergic asthma: a population-based cross-sectional study in Finnish and Russian children / T.T.Hugg [et al.] // Environ. Health. 2008. №7. P.28.

26. House dust mite and cockroach exposure are strong risk factors for positive allergy skin test responses in the Childhood Asthma Management Program / K.Huss [et al.] // J. Allergy Clin. Immunol. 2001. Vol.107, №1. P.48–54.

27. Comparison of pediatric and adult IgE antibody binding to fish proteins / J.M.James [et al.] // Ann. Allergy Asthma Immunol. 1997. Vol.79, №2. P.131–137.

28. Quantitative assessment of exposure to dog (Can f 1) and cat (Fel d 1) allergens: relation to sensitization and asthma among children living in Los Alamos, New Mexico / J.M.Ingram [et al.] // J. Allergy Clin. Immunol. 1995. Vol.96, №4. P.449–456.

29. Kelly L.A., Erwin E.A., Platts-Mills T.A. The indoor air and asthma: the role of cat allergens // Curr. Opin. Pulm. Med. 2012. Vol.18, №1. P.29–34.

30. Klyuzko S.D., Kishko Ya.G., Vershohanskiy Yu.I. Bacterial aeroplankton of the upper layers of the atmosphere during the winter. Pentagon report №A176333. 18 aug. 1960. URL: <http://www.stormingmedia.us/17/1763/A176333.html>

31. Overview of the biosphere–aerosol–cloud–climate interactions (BACCI) studies / M.Kulmala [et al.] // Tellus Series B. Chemical and Physical Meteorology. 2008. Vol.60B, №3. P.300–317.

32. Makra L., Matyasovszky I., Bálint B. Association of allergic asthma emergency room visits with the main biological and chemical air pollutants // Sci. Total Environ. 2012. Vol.432. P.288–296.

33. The relationship between airborne pollen and fungal spore concentrations and seasonal pollen allergy symptoms in Cracow in 1997–1999 / D.Myszkowska [et al.] // Aerobiologia. 2002. Vol.18, Iss.2. P.153–161.

34. Duration of airborne Fel d 1 reduction after cat washing / C.Nageotte [et al.] // J. Allergy Clin. Immunol. 2006. Vol.118, №2. P.521–522.

35. Nayar T.S., Jothish P.S. An assessment of the air quality in indoor and outdoor air with reference to fungal spores and pollen grains in four working environments in Kerala, India // Aerobiologia. 2013. Vol.29, Iss.1. P.131–152.

36. Environmental air pollution and pollen allergy / K.Obtulowicz [et al.] // Ann. Agric. Environ. Med. 1996. Vol.3, №2. P.131–138.

37. Obtulowicz K., Myszkowska D. Aeroplankton and symptoms of pollen allergy in Cracow in 1991–1994 // Int. Rev. Allergol. Clin. Immunol. 1996. Vol.2, №4. P.150–154.

38. Quality control in bio-monitoring networks, Spanish Aerobiology Network / J.Oteros [et al.] // Sci. Total En-

viron. 2013. Vol.443. P.559–565.

39. Allergic respiratory diseases and environmental pollution: experience in the printing/paper-manufacturing industry / G.Papa [et al.] // *Allergy*. 1996. Vol.51, №11. P.833–836.

40. Proctor B.E., Parker B.W. Microbiology of the upper air: III. An improved apparatus and technique for upper air investigations // *J. Bacteriol.* 1938. Vol.36, Iss.2. P.175–185.

41. Major cat allergen (Fel d I) levels in the homes of patients with asthma and their relationship to sensitization to cat dander / S.Quirce [et al.] // *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 1995. Vol.75, №4. P.325–330.

42. Rapijko P. Pollen monitoring in Poland (Review) // *Ann. Agric. Environ. Med.* 1996. Vol.3, №2. P.79–82.

43. IgE and monoclonal antibody reactivities to the major shrimp allergen Pen a 1 (tropomyosin) and vertebrate tropomyosins / G.Reese [et al.] // *Adv. Exp. Med. Biol.* 1996. Vol.409. P.225–230.

44. Identification of major allergens of two species of local snappers: *Lutjanus argentimaculatus* (merah/ red snapper) and *Lutjanus johnii* (jenahak/ golden snapper) / M.Rosmilah [et al.] // *Trop. Biomed.* 2005. Vol.22, №2. P.171–177.

45. Schultze-Werninghaus G. Allergic airway and lung diseases by airborne molds // *Allergologie*. 2012. Vol.35, №12. P.624–628.

46. Images of asteroid 21 Lutetia: a remnant planetesimal from the early Solar System / H.Sierks [et al.] // *Science*. 2011. Vol.334, №6055. P.487–490.

47. Tree Pollen Spectra and Pollen Allergy Risk in the Osijek-Baranja County / M.Sikora [et al.] // *Arh. Hig. Rada Toksikol.* 2013. Vol.64, №1. P.115–121.

48. Fel d 4, a cat lipocalin allergen / W.Smith [et al.] // *Clin. Exp. Allergy*. 2004. Vol.34, №11. P.1732–1738.

49. Prevalence of *Artemisia* species pollinosis in western Poland: impact of climate change on aerobiological trends, 1995–2004 / A.Stach [et al.] // *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.* 2007. Vol.17, №1. P.39–47.

50. Wolf F.T. Microbiology of the upper air // *Bull. Torrey Bot. Club*. 1943. Vol.70, №1. P.1–14.

51. Optimal skin prick wheal size for diagnosis of cat allergy / M.Zarei [et al.] // *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 2004. Vol.92, №6. P.604–610.

52. Changes to airborne pollen counts across Europe / C.Ziello [et al.] // *PLoS ONE*. 2012. Vol.7, №4. P.34076.

REFERENCES

1. Aistova E.V. *Turczaninowia* 2010; 13(4): 45–48.
2. Golokhvast K.S. *Bülleten' fiziologii i patologii dyhanyâ* 2013; 49:87–91.
3. Golokhvast K.S., Chayka V.V., Borisov S.Yu., Kiselev N.N. *Rossiyskiy allergologicheskiy zhurnal* 2013; 2(Pt.2):68–69.
4. Kul'skiy L.A., Dal' V.V., Lenchina L.G. *Voda znakomaya i zagadochnaya* [Well-known and mysterious water]. Kiev: Radyans'ka shkola; 1982.
5. Safronov V.S. *Evolutsiya doplanetnogo oblaka i obrazovanie Zemli i planet* [Evolution of the protoplanetary cloud and the formation of the Earth and the planets].

Moscow: Nauka; 1969.

6. Chernova O.F., Tselikova T.N. *Atlas volos mlekopitayushchikh. Tonkaya struktura ostevykh volos i igl v skaniruyushchem elektronnom mikroskope* [The atlas of mammals hair. A thin structure of arista hair and quills in a scanning electronic microscope]. Moscow: KMK; 2004.

7. Aas K. Studies of hypersensitivity to fish. A clinical study. *Int. Arch. Allergy Appl. Immunol.* 1966; 29(4):346–363.

8. Antico A. Environmental factors and allergic airway diseases. *Aerobiologia* 2000; 16(3–4):321–329.

9. Bloom E., Bal K., Nyman E., Must A., Larsson L. Mass spectrometry-based strategy for direct detection and quantification of some mycotoxins produced by *Stachybotrys* and *Aspergillus* spp. in indoor environments. *Appl. Environ. Microbiol.* 2007; 73(13):4211–4217.

10. Brasel T.L., Martin J.M., Carriker C.G., Wilson S.C., Straus D.C. Detection of airborne *Stachybotrys chartarum* macrocyclic trichothecene mycotoxins in the indoor environment. *Appl. Environ. Microbiol.* 2005; 71(11):7376–7388.

11. Coradini A., Capaccioni F., Erard S., Arnold G., De Sanctis M.C., Filacchione G., Tosi F., Barucci M.A., Capria M.T., Ammannito E., Grassi D., Piccioni G., Giuppi S., Bellucci G., Benkhoff J., Bibring J.P., Blanco A., Blecka M., Bockelee-Morvan D., Carraro F., Carlson R., Carsenty U., Cerroni P., Colangeli L., Combes M., Combi M., Crovisier J., Drossart P., Encrenaz E.T., Federico C., Fink U., Fonti S., Giacomini L., Ip W.H., Jaumann R., Kuehrt E., Langevin Y., Magni G., McCord T., Mennella V., Mottola S., Neukum G., Orofino V., Palumbo P., Schade U., Schmitt B., Taylor F., Tiphene D., Tozzi G. The Surface Composition and Temperature of Asteroid 21 Lutetia As Observed by Rosetta/VIRTIS. *Science* 2011; 334(6055):492–494.

12. Cotos-Yáñez T.R., Rodríguez-Rajo F.J., Pérez-González A., Aira M.J., Jato V. Quality control in aerobiology: Comparison different slide reading methods (Review). *Aerobiologia* 2013; 29(1):1–11.

13. Diette G.B., McCormack M.C., Hansel N.N., Breyse P.N., Matsui E.C. Environmental issues in managing asthma. *Respir. Care* 2008; 53(5):602–615.

14. Emberlin J., Mullins J., Corden J., Jones S., Millington W., Brooke M., Savage M. Regional variations in grass pollen seasons in the UK, long-term trends and forecast models. *Clin. Exp. Allergy* 1999; 29(3):347–356.

15. Erkan P., Biçakci A., Aybeke M., Malyer H. Analysis of airborne pollen grains in Kırklareli. *Türk. J. Bot.* 2011; 35(1):57–65.

16. Erwin E.A., Woodfolk J.A., Custis N., Platts-Mills T.A. Animal danders. *Immunol. Allergy Clin. North Am.* 2003; 23(3):469–481.

17. Fernández C., Cárdenas R., Martín D., Garcimartín M., Romero S., de la Cámara A.G., Vives R. Analysis of skin testing and serum-specific immunoglobulin E to predict airway reactivity to cat allergens. *Clin. Exp. Allergy* 2007; 37(3):391–399.

18. Gao P. Sensitization to cockroach allergen: immune regulation and genetic determinants. *Clin. Dev. Immunol.* 2012; 2012:563760. doi: 10.1155/2012/563760.

19. Gusareva E.S., Bragina E.J., Deeva E.V., Kazakevich N.V., Puzyrev V.P., Ogorodova L.M., Lipoldová M. Cat is a major allergen in patients with asthma from west Siberia, Russia. *Allergy* 2006; 61(4):509–510.
20. Güvensen A., Çelîk A., Topuz B., Öztürk M. Analysis of airborne pollen grains in Denizli. *Türk. J. Bot.* 2013; 37(1):74–84.
21. Hardy A.C., Milne P.S. Studies in the distribution of insects by aerial currents. *J. Animal Ecol.* 1938; 7(2):199–229.
22. Heidorn K. And now... the weather. Calgary, Alberta: Fifth House Books; 2005.
23. Hilger C., Kler S., Arumugam K., Revets D., Muller C.P., Charpentier C., Lehnert C., Morisset M., Hentges F.J. Identification and isolation of a Fel d 1-like molecule as a major rabbit allergen. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2013; Jun 10. pii: S0091-6749(13) 00681-7. doi: 10.1016/j.jaci.2013.04.034.
24. Holzapfel E.P. Transoceanic airplane sampling for organisms and particles. *Pacific Insects* 1978; 18(3-4):169–189.
25. Hugg T.T., Jaakkola M.S., Ruotsalainen R., Pushkarev V., Jaakkola J.J. Exposure to animals and the risk of allergic asthma: a population-based cross-sectional study in Finnish and Russian children. *Environ. Health* 2008; 7:28. doi: 10.1186/1476-069X-7-28.
26. Huss K., Adkinson N.F. Jr., Eggleston P.A., Dawson C., Van Natta M.L., Hamilton R.G. House dust mite and cockroach exposure are strong risk factors for positive allergy skin test responses in the Childhood Asthma Management Program. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2001; 107(1):48–54.
27. James J.M., Helm R.M., Burks A.W., Lehrer S.B. Comparison of pediatric and adult IgE antibody binding to fish proteins. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 1997; 79(2):131–137.
28. Ingram J.M., Sporik R., Rose G., Honsinger R., Chapman M.D., Platts-Mills T.A. Quantitative assessment of exposure to dog (Can f 1) and cat (Fel d 1) allergens: relation to sensitization and asthma among children living in Los Alamos, New Mexico. *J. Allergy Clin. Immunol.* 1995; 96(4):449–456.
29. Kelly L.A., Erwin E.A., Platts-Mills T.A. The indoor air and asthma: the role of cat allergens. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 2012; 18(1):29–34.
30. Klyuzko S.D., Kishko Ya.G., Vershohanskiy Yu.I. Bacterial aeroplankton of the upper layers of the atmosphere during the winter. Pentagon report №A176333. 18 aug. 1960. Available at: www.stormingmedia.us/17/1763/A176333.html
31. Kulmala M., Kerminen V.M., Laaksonen A., Riipinen I., Sipila M., Ruuskanen T.M., Sogacheva L., Hari P., Back J., Lehtinen K.J., Viisanen Y., Bilde M., Svenningsson B., Lazaridis M., Torseth K., Tunved P., Nilsson E.D., Pryor S., Sorensen L.L., Horrak U., Winkler P.M., Swietlicki E., Riekkola M.L., Krejci R., Hoyle C., Hov O., Myhre G., Hansson H.C. Overview of the biosphere–aerosol–cloud–climate interactions (BACCIC) studies. *Tellus Series B. Chemical and Physical Meteorology* 2008; 60B (3):300–317.
32. Makra L., Matyasovszky I., Bálint B. Association of allergic asthma emergency room visits with the main biological and chemical air pollutants. *Sci. Total Environ.* 2012; 432:288–296.
33. Myszkowska D., Stępańska D., Obtulowicz K., Porębski G. The relationship between airborne pollen and fungal spore concentrations and seasonal pollen allergy symptoms in Cracow in 1997–1999. *Aerobiologia* 2002; 18(2):153–161.
34. Nageotte C., Park M., Havstad S., Zoratti E., Ownby D. Duration of airborne Fel d 1 reduction after cat washing. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2006; 118(2):521–522.
35. Nayar T.S., Jothish P.S. An assessment of the air quality in indoor and outdoor air with reference to fungal spores and pollen grains in four working environments in Kerala, India *Aerobiologia* 2013; 29(1):131–152
36. Obtulowicz K., Kotlinowska T., Stobiecki M., Dechnik K., Obtulowicz A., Manecki A., Marszałek M., Schejbal-Chwastek M. Environmental air pollution and pollen allergy. *Ann. Agric. Environ. Med.* 1996; 3(2):131–138.
37. Obtulowicz K., Myszkowska D. Aeroplankton and symptoms of pollen allergy in Cracow in 1991–1994. *Int. Rev. Allergol. Clin. Immunol.* 1996; 2(4):150–154.
38. Oteros J., Galán C., Alcázar P., Domínguez-Vilches E. Quality control in bio-monitoring networks, Spanish Aerobiology Network. *Sci. Total Environ.* 2013; 443:559–565.
39. Papa G., Quarantino D., Di Fonso M., Giuffreda F., Romano A., Venuti A. Allergic respiratory diseases and environmental pollution: experience in the printing/paper-manufacturing industry. *Allergy* 1996; 51(11):833–836.
40. Proctor B.E., Parker B.W. Microbiology of the upper air: III. An improved apparatus and technique for upper air investigations. *J. Bacteriol.* 1938; 36(2):175–185.
41. Quirce S., Dimich-Ward H., Chan H., Ferguson A., Becker A., Manfreda J., Simons E., Chan-Yeung M. Major cat allergen (Fel d I) levels in the homes of patients with asthma and their relationship to sensitization to cat dander. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 1995; 75(4):325–330.
42. Rapićjko P. Pollen monitoring in Poland (Review). *Ann. Agric. Environ. Med.* 1996; 3(2):79–82.
43. Reese G., Tracey D., Daul C.B., Lehrer S.B. IgE and monoclonal antibody reactivities to the major shrimp allergen Pen a 1 (tropomyosin) and vertebrate tropomyosins. *Adv. Exp. Med. Biol.* 1996; 409:225–230.
44. Rosmilah M., Shahnaz M., Masita A., Noormalin A., Jamaludin M. Identification of major allergens of two species of local snappers: *Lutjanus argentimaculatus* (merah/ red snapper) and *Lutjanus johnii* (jenahak/ golden snapper). *Trop. Biomed.* 2005; 22(2):171–177.
45. Schultze-Werninghaus G. Allergic airway and lung diseases by airborne molds. *Allergologie* 2012; 35(12):624–628.
46. Sierks H., Lamy P., Barbieri C., Koschny D., Rickman H., Rodrigo R., A'Hearn M.F., Angrilli F., Barucci M.A., Bertaux J.L., Bertini I., Besse S., Carry B., Cremonese G., Da Deppo V., Davidsson B., Debei S., De Cecco M., De Leon J., Ferri F., Fornasier S., Fulle M., Hviid S.F., Gaskell R.W., Groussin O., Gutierrez P., Ip W.,

Jorda L., Kaasalainen M., Keller H.U., Knollenberg J., Kramm R., Kührt E., Küppers M., Lara L., Lazzarin M., Leyrat C., Lopez Moreno J.J., Magrin S., Marchi S., Marzari F., Massironi M., Michalik H., Moissl R., Naletto G., Preusker F., Sabau L., Sabolo W., Scholten F., Snodgrass C., Thomas N., Tubiana C., Vernazza P., Vincent J.B., Wenzel K.P., Andert T., Pätzold M., Weiss B.P. Images of asteroid 21 Lutetia: a remnant planetesimal from the early Solar System. *Science* 2011; 334(6055):487–490.

47. Sikora M., Valek M., Šušić Z., Santo V., Brdarić D. Tree Pollen Spectra and Pollen Allergy Risk in the Osijek-Baranja County // *Arh. Hig. Rada Toksikol.* 2013; 64(1):115–121.

48. Smith W., Butler A.J., Hazell L.A., Chapman M.D., Pomés A., Nickels D.G., Thomas W.R. Fel d 4, a cat lipocalin allergen. *Clin. Exp. Allergy* 2004; 34(11):1732–1738.

49. Stach A., García-Mozo H., Prieto-Baena J.C., Czarnecka-Operacz M., Jenerowicz D., Silny W., Galán C. Prevalence of *Artemisia* species pollinosis in western

Poland: impact of climate change on aerobiological trends, 1995–2004. *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.* 2007; 17(1):39–47.

50. Wolf F.T. Microbiology of the upper air. *Bull. Torrey Bot. Club* 1943; 70(1):1–14.

51. Zarei M., Remer C.F., Kaplan M.S., Staveren A.M., Lin C.K., Razo E., Goldberg B. Optimal skin prick wheal size for diagnosis of cat allergy. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 2004; 92(6):604–610.

52. Ziello C., Sparks T.H., Estrella N., Belmonte J., Bergmann K.C., Bucher E., Brighetti M.A., Damialis A., Detandt M., Galán, C., Gehrig R., Grewling L., Bustillo A.M., Hallsdóttir M., Kockhans-Bieda M., Linares C., Myszkowska D., Páldy A., Sánchez A., Smith M., Thibaudon M., Travaglini A., Uruska A., Valencia-Barrera R.M., Vokou D., Wachter R., Weger L.A., Menzel A. Changes to airborne pollen counts across Europe. *PLoS ONE* 2012; 7(4). e34076.

Поступила 07.11.2013

Контактная информация

Кирилл Сергеевич Голохваст,

кандидат биологических наук, доцент кафедры нефтегазового дела и нефтехимии,

Инженерная школа Дальневосточного федерального университета,

690950, г. Владивосток, ул. Пушкинская, 37.

E-mail: droopy@mail.ru

Correspondence should be addressed to

Kirill S. Golokhvast,

PhD, Associate Professor of Department of Petroleum Engineering and Petrochemicals,

School of Engineering of Far Eastern Federal University,

37 Pushkinskaya Str., Vladivostok, 690950, Russian Federation.

E-mail: droopy@mail.ru