

В.И. Янькова¹, Т.А. Гвозденко¹, К.С. Голохваст, В.В. Чайка, В.А. Городный

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АТМОСФЕРНЫХ ВЗВЕСЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЛАГОПОЛУЧНОГО И НЕБЛАГОПОЛУЧНОГО РАЙОНОВ ВЛАДИВОСТОКА

¹Владивостокский филиал ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» СО РАМН – НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения, 690105, Владивосток, ул. Русская, 73-г.;

ФГФОУ «Дальневосточный федеральный университет» Министерства образования и науки РФ, 690990, г. Владивосток, ул. Пушкинская, 37.

Представлены результаты гранулометрического анализа приземных фракций взвешенных частиц в пробах атмосферного воздуха, отобранных в разных районах г. Владивосток, отличающихся по экологической ситуации. В экологически благополучном районе профиль их распределения не зависит от скорости ветра, в воздухе преобладают крупные частицы (более PM10). В атмосферных взвесах экологически неблагополучного района при сильном ветре преобладают мелкие частицы PM1 и PM10, при слабом и умеренном – содержатся преимущественно крупные частицы и незначительное количество PM10. Отличительной особенностью гранулометрического состава взвешенных частиц экологически неблагополучного района является наличие во всех образцах экологически опасных частиц PM10, максимальное содержание которых определяется в пробах, отобранных при сильном ветре.

Ключевые слова: атмосферные взвеси, гранулометрический анализ, микрочастицы, PM2,5, PM10, экологический фактор, заболевания верхних дыхательных путей.

Цитировать: Янькова В.И., Гвозденко Т.А., Голохваст К.С., Чайка В.В., Городный В.А. Гранулометрический анализ атмосферных взвесей экологически благополучного и неблагополучного районов Владивостока // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2014. №2(56). С. 62-66. URL: <http://yadi.sk/d/06T4cKshSaP9x>.

Взвешенные вещества являются одними из самых распространенных загрязняющих атмосферный воздух компонентов, оказывающих негативное влияние на состояние здоровья человека и воздействующих непосредственно на дыхательные пути [1].

Современными исследованиями была установлена статистически достоверная зависимость уровней заболеваемости бронхитом, пневмонией, эмфиземой легких, а также другими респираторными заболеваниями от степени загрязнения атмосферного воздуха [2, 10]. Определено, что наиболее опасными для здоровья являются микрочастицы воздушных взвесей с диаметром менее 10 мкм (по международной классификации PM10), которые легко проникают в организм человека и оседают в различных отделах респираторного тракта [5, 8]. Кроме того, взвешенные частицы микроразмерного ряда, обладающие высокой удельной поверхностью, могут адсорбировать из окружающей среды большое количество веществ, которые вместе с ними также могут попадать во внутреннюю среду организма и проявлять токсическое действие [19].

В мае 2008 г. была принята Директива 2008/50/ЕС «О качестве атмосферного воздуха и о более чистом воздухе для Европы» [16], в которой приведены значения предельных уровней (концентраций) загрязняющих веществ, в том числе PM10, PM2,5, с целью предотвращения или сокращения негативного воздействия на здоровье человека и (или) на состояние окружающей среды в целом.

Определение данных частиц производится гранулометрическим методом с предварительной сепарацией [14, 17, 18]. В России, как правило, имеется информация не о фракционной, а о суммарной концентрации пыли в атмосферном воздухе (по данным систематического мониторинга), определяемой гравиметрическим методом. Действующие нормативные методические документы, в частности РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» [15], не регулируют важные аспекты мониторинга и оценки загрязнения атмосферного воздуха PM2,5 и PM10. В 1998–1999 гг. было проведено параллельное измерение концентрации общей пыли и PM2,5 в 8 городах Свердловской области с разным промышленным уровнем, фракций PM10 и суммарной пыли в Нижнем Тагиле и в Первоуральске, в 2002 г. – в Красноуральске, на основании которых вычислены усредненные пересчетные коэффициенты для расчета содержания PM2,5 и PM10 от валовой массы пыли [12].

В ряде городов России (Москва, Санкт-Петербург, Белгород) на уровне комитетов по природопользованию субъектов РФ приняты нормативные документы и проводится мониторинг мелкодисперсных частиц данной размерности [4, 13] с использованием приборов, обеспечивающих разделение (сепарацию) частиц и дальнейшее измерение массовой концентрации выделенной фракции гравиметрическим методом. В настоящее время весьма эффективно функционирует в оперативном режиме компьютер-

ный банк данных о выбросах промышленности и автотранспорта Санкт-Петербурга (НИИ «Атмосфера» и администрации города) [10].

Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 19.04.2010 № 26 введено в действие Дополнение № 8 к ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест», согласно которого определены ПДК взвешенных частиц РМ10 и РМ 2,5 [9]. Таким образом, в России произошел переход в нормировании качества атмосферного воздуха от общего содержания взвешенных веществ, которое охватывает широкий диапазон размеров частиц, к содержанию частиц с размером равным или меньше чем 10 мкм (РМ10) и меньше чем 2,5 мкм (РМ2,5).

В городах Дальнего Востока (Владивосток, Хабаровск, Биробиджан, Благовещенск, Уссурийск) был проведен количественный и качественный состав атмосферных взвесей [1, 2, 3, 6]. Авторами использован косвенный метод наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы взвешенными частицами, т.к. определение их количественного и качественного состава осуществлялось в пробах атмосферных осадков (снег).

Для оценки влияния взвешенных частиц мелко-размерного ряда на организм человека, что является предметом наших дальнейших исследований, необходимо знание гранулометрического состава атмосферных взвесей в различные сезоны года преимущественно приземных фракций, которые оказывают непосредственное воздействие на дыхательные пути. В доступной литературе таких сведений нами не обнаружено.

Цель исследования: гранулометрический анализ атмосферных взвесей экологически благополучного и неблагополучного районов Владивостока.

Материалы и методы. В связи с целью исследования нами проводились исследования по определению состава взвешенных частиц микроразмерного ряда в разные сезоны года и различных районах города, отличающихся по экологическому состоянию и техногенным нагрузкам.

В данной работе представлены результаты гранулометрического анализа проб атмосферного воздуха отобранных в осенне-зимний сезон 2013–2014 гг. в экологически благополучном и неблагополучном районах проживания больных с респираторной патологией, обследованных в клинике института. За экологически благополучный район был взят о. Русский, характеризующийся незначительной техногенной нагрузкой – отсутствие заводов и крупных предприятий, минимальная загруженность дорог. За экологически неблагополучный – район «Вторая речка» с максимальной техногенной нагрузкой – нахождение

мусоросжигательного завода, ТЭЦ, большой транспортной развязки [2].

Для изучения гранулометрического состава взвешенных частиц микроразмерного ряда атмосферного воздуха нами были разработаны оптимальные условия и методика отбора проб в жидкую среду, для предотвращения склеивания и агрегации твердых частиц.

Использовался разовый эпизодический режим отбора проб в приземном пространстве (высота 1,5 м). Отбор проб проводили с помощью аспиратора ПУ-4Э при помощи поглотителя Рихтера. В качестве жидкой среды использовали высокоочищенную воду объемом 10 мл. В связи с незначительным содержанием в атмосферном воздухе частиц микроразмерного ряда (40–70% от общего числа взвешенных частиц при допустимом среднем за сутки содержанием РМ2.5 в воздухе 35 мкг/м³, РМ10 – 60 мкг/м³) нами проведены исследования по оптимизации времени отбора пробы (т.к. пробы должны содержать достаточную концентрацию твердых частиц в жидкой фазе). Оптимальной для обеспечения высокого разрешения и воспроизводимости результатов гранулометрического анализа методом лазерной дифракции является экспозиция времени 180 мин при расходе аспирируемого воздуха 10 дм³/мин.

Фракционный анализ взвешенных частиц осуществляли на лазерном анализаторе Analysette 22 NanoTech (фирма Fitch, Германия), позволяющем в ходе одного измерения установить распределение частиц по размерам, а также определить их форму [7]. Отобрано и проанализировано 9 проб атмосферного воздуха, из них 5 – в экологически благополучном районе, 4 – в экологически неблагополучном районе Владивостока.

Результаты. Полученные данные свидетельствуют о различиях в гранулометрическом распределении и содержании фракций разных размерных рядов в зависимости от экологического состояния территории (табл.).

Показано, что в экологически благополучном районе в воздухе 96–100% составляют взвешенные частицы, размеры которых превышают 10 мкм (более РМ10), с преобладанием частиц размером 100–1000 мкм. Присутствие в пробах воздуха этого района частиц крупных размеров может быть связано с наличием на большей части о. Русский грунтовых дорог, обладающих высокой пылимостью и содержащих частицы песка и глины, основными компонентами которых являются оксид кремния, алюмосиликаты и силикаты. Данные частицы представляют экстраноракальную и трахеобронхиальную фракции и проникают в верхние отделы дыхательных путей (носовые ходы, гортань, трахея), но не попадают в нижние отделы [8].

Содержание взвешенных частиц микроразмерного ряда в атмосферном воздухе Владивостока

Размерность частиц, диаметр, мкм	Содержание взвешенных частиц различной размерности, % от общего содержания			Скорость ветра, м/с
	PM ₁ (0,1-1 мкм)	PM ₁₀ (1-10 мкм)	> PM ₁₀	
Дата отбора проб	Экологически благополучный район			
01.11.2013	0	0	100,0	1-3
13.11.2013	73,7	26,3	0	3-4
28.11.2013	0	3,8	96,2	5
18.12.2013	0	2,7	97,3	11-15
27.12.2013	0	0	100,0	6
	Экологически неблагоприятный район			
23.09.2013	52,4	45,5	2,1	10-16
25.09.2013	5,3	12,9	81,8	3-6
23.10.2013	0	4,9	96,1	0-2
06.11.2013	21,9	78,1	0,2	10-14

В пробах атмосферного воздуха этой зоны наблюдается присутствие незначительного количества частиц размерного ряда 1–10 мкм (PM10) (2–4%), представляющих совокупность частиц торакальной фракции, оседающей в отделах бронхолегочной системы ниже гортани, и респираторной фракции проникающих в нижние дыхательные – бронхиолы и альвеолы. Следует отметить особенность гранулометрического распределения частиц в пробе от 13.11.2014 г., в которой отсутствуют в воздухе крупнодисперсные частицы более PM10, а преобладают (73,7%) очень мелкие частицы размером 0,0095–0,26 мкм (PM1). Такое распределение частиц, вероятно обусловлено погодными условиями (предшествующие сильные осадки в виде дождя и снега) и началом отопительного сезона – периодом ввода в эксплуатацию оборудования и вывода его на технологический режим (размерность частиц неполного сгорания угля).

В экологически неблагоприятном районе спектр гранулометрического распределения взвешенных частиц воздуха зависит от скорости ветра, при котором производился отбор проб. Имеется 2 варианта распределения мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе (табл.): при скорости ветра более 6 м/с (сильный) преобладают мелкие частицы PM1 (21,9–52,5%) и PM10 (46,7–78,1%), при скорости ветра до 6 м/с (слабый и умеренный) – крупные частицы больше PM10 (82,8–96,1%, максимальная размерность 10,0–16 мкм) и содержится незначительное количество PM10 (4,8–12,9%). Характерным является наличие во всех образцах частиц PM10, при этом в образцах взвешенных частиц отобранных при сильном ветре определяется их максимальное содержание. Следует отметить значительно меньшую размерность крупных частиц в воздухе экологически неблагоприятного района (10,0–16,0

мкм), чем в образцах воздуха из экологически благополучного района – 10–1000 мкм. Это может быть связано с неполным сгоранием топлива (уголь, бензин, дизельное топливо) и мусора (резина, пластмассы и др.), использующихся в технологических процессах ТЭЦ и мусоросжигательного завода, при работе автотранспорта.

Выводы. Таким образом, полученные результаты гранулометрического анализа атмосферных взвесей свидетельствуют о присутствии в воздухе приземных фракций взвешенных частиц микроразмерного ряда (PM2,5, PM10), обусловленных экологической напряженностью (район «Вторая речка») и погодными факторами (скорость ветра). Данные исследования целесообразно продолжать с целью изучения влияния мелкодисперсных частиц, загрязняющих атмосферу, на распространенность и формирование экологозависимой патологии бронхолегочной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьев В.Ю., Жигаев Д.С., Кислицина Л.В., Кику П.Ф. Оценка влияния атмосферного воздуха на здоровье населения Владивостока и ее особенности // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2012. 3-4(49-50). С. 79-83.
2. Ананьев В.Ю., Жигаев Д.С., Кислицина Л.В., Кику П.Ф. Оценка риска здоровью населения при воздействии химических веществ атмосферного воздуха города Владивосток // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2013. 1-2(52). С. 29-32.
3. Боровлев А.Э., Лисецкий Ф.Н., Чепелев О.А. Развитие системы управления качеством атмосферного воздуха для города Белгорода // Фундаментальные исследования. 2013. № 6. С. 922-929.
4. Глушко А.А. Экстремальная экология (человека и природы) // Инженерная экология. 2010. № 1(91). С. 4-24.

5. Голохваст К.С., Никифоров П.А., Кику П.Ф. и др. Атмосферные взвеси Владивостока: гранулометрический и вещественный анализ // Экология человека. 2013. № 1. С. 14-19.

6. Голохваст К.С. Профиль атмосферных взвесей в городах и его экологическое значение // Бюлл. физиологии и патологии дыхания. 2013. Вып.49. С. 87-91.

7. Голохваст К.С., Виткина Т.И., Кику П.Ф., Гвозденко Т.А., Веремчук Л.В. Качественный состав атмосферных взвесей крупного города. Методы оценки и анализа: информационно-методическое пособие. Владивосток, 2013. 40 с.

8. ГОСТ Р ИСО 7708-2006 Качество воздуха. Определение гранулометрического состава частиц при санитарно-гигиеническом контроле. Введен 2006-11-01. М.: Стандартинформ, 2006. 10 с.

9. Дополнения № 8 к ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». Утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 19.04.2010 № 26. Введены 2010.06.21.

10. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух: дополненное и переработанное. СПб, 2012. 222 с.

11. Новиков С.М. Иваненко А.В. Оценка ущерба здоровью населения Москвы от воздействия взвешенных веществ в атмосферном воздухе // Гигиена и санитария. 2009. № 6. С.41-43.

12. Рапопорт О.А., Копылов И.Д., Рудой Г.Н. К вопросу о нормировании выбросов мелкодисперсных частиц размерами менее 10 мкм (PM 10) и менее 2,5 мкм (PM 2,5) // Экологический вестник России. 2012. № 4. С. 47-52.

13. Распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга от 20.05.2010 N 75-Р «Об утверждении Методических рекомендаций по представлению данных мониторинга мелкодисперсных взвешенных веществ (PM_{2,5} и PM₁₀) в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга». Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/891832021>.

14. Руководство ЕМЕП по отбору проб и химическому анализу ЕМЕП/КХЦ-Отчет 1/95 Norwegian Institute for Air Research. 2001. 270 с. Режим доступа: <http://www.nilu.no/projects/ccc/manual/index.html>.

15. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю за загрязнением атмосферы. Введен 1991-07-01. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200036406>.

16. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. Введена 2008-06-11. Official Journal of the European Union 11.6.2008. Режим доступа: <http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/299840/0093460>.

17. EN 12341:1999 «Air Quality – Determination of the PM₁₀ fraction of suspended particulate matter – Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement. Введен 1999-01-05.

18. EN 14907: 2005 «Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM_{2,5} mass fraction of suspended particulate matter

19. Reche C., Moreno T., Амаьто F., Viana M., van Drooge B., Chuang H., Berube K., Jones T., Alastuey A., Querol X. A multidisciplinary approach to characterize exposure risk and toxicological effects of PM₁₀ and PM_{2,5} samples in urban environments // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2012; 78: 327-335.

¹Yankova V.I., ¹Gvozdenko T.A., Golokhvast K.S., Chaika V.V., Gorodnyi V.A.

GRANULOMETRIC ANALYSIS OF ATMOSPHERIC PARTICLES FROM ENVIRONMENTALLY FAVORABLE AND PROBLEMATIC AREAS OF VLADIVOSTOK

¹Vladivostok Branch of the Far Eastern Center of Physiology and Pathology of Respiration of SB RAMN – Institute of Medical Climatology and Rehabilitative Treatment, 690105, Vladivostok, Russkaya St., 73-g.

Far Eastern Federal University (The Ministry of Education and Science of the Russian Federation), 690990, Vladivostok, Pushkinskaya St., 37.

In our article there are presented the results of granulometric analysis of near-surface air particle fractions from environmentally different Vladivostok areas. In environmentally favorable areas the profile of their distribution does not depend on wind speed, and the large particles are mostly presented (more than PM₁₀). In atmospheric suspensions from environmentally problematic areas in strong wind the mostly presented are small particles PM₁₀ and PM₁, in low and moderate winds – mostly large particles with a minor amount of PM₁₀. The distinguish feature of granulometric composition of air particles in environmentally problematic areas is the presence in all samples of environmentally hazardous particles PM₁₀, the maximum of which was determined in samples taken during strong wind.

Keywords: atmospheric suspension, granulometric analysis, microparticles, PM_{2,5}, PM₁₀, ecological factor.

Citation: Yankova V.I., Gvozdenko T.A., Golokhvast K.S., Chaika V.V., Gorodnyi V.A. Granulometric analysis of atmospheric particles from environmentally favorable and problematic areas of Vladivostok. Health. Medical ecology. Science. 2014; 2(56): 62-66. URL: <http://yadi.sk/d/06T4cKshSaP9x>.

Сведения об авторах

Янькова Вера Иннокентьевна, к.б.н., доцент, с.н.с. лаборатории медицинской экологии и рекреационных ресурсов Владивостокского филиала ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» СО РАМН – НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения; тел. 8(423)278-82-05, e-mail: jankova_nch@list.ru;

Гвозденко Татьяна Александровна, д.м.н., директор Владивостокского филиала ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» СО РАМН – НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения; тел. 8(423)278-82-01, e-mail: tagvozdhenko@mail.ru;

Голохваст Кирилл Сергеевич, к.б.н., доцент кафедры нефтегазового дела и нефтехимии Инженерной школы ФГФОУ «Дальневосточный федеральный университет» Министерства образования и науки РФ; тел./факс 8(423) 222-64-51, e-mail: drooru@mail.ru;

Чайка Владимир Викторович, к.б.н., доцент кафедры нефтегазового дела и нефтехимии Инженерной школы ФГФОУ «Дальневосточный федеральный университет» Министерства образования и науки РФ; тел. 8(423) 222-64-49, e-mail: vovka-pohtalion@mail.ru;

Городный Виктор Александрович, студент кафедры клеточной биологии и генетики Школы естественных наук ФГФОУ «Дальневосточный федеральный университет» Министерства образования и науки РФ; e-mail: wimndgor@mail.ru.

© Коллектив авторов, 2014 г.

УДК 616-008.9-092.19

Н.С Юбицкая, М.В. Антонюк, Л.В. Веремчук

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ РИСКА РАЗВИТИЯ И ПРОГРЕССИРОВАНИЯ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА

Владивостокский филиал ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» СО РАМН – НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения, г. Владивосток.

На основании оценки данных углеводного, липидного обмена, процессов липопероксидации и воспаления, функционального состояния сердечно-сосудистой системы, печени выявить прогностически значимые факторы, влияющие на развитие и прогрессирование метаболического синдрома и разработать прогнозную формулу риска МС с использованием математического моделирования. В результате изучения метаболических, гемодинамических закономерностей при формировании метаболического синдрома с использованием системного анализа установлены прогностические маркеры метаболического синдрома. С помощью регрессионной модели разработан прогностический индекс риска метаболического синдрома, который рассчитывается с учетом параметров липидтранспортной системы, процессов липопероксидации, функционального состояния печени, гемодинамики. Чем ниже значение прогностического индекса, тем ниже риск метаболического синдрома и сердечно-сосудистых осложнений. Использование данного прогностического индекса позволяет не только улучшить риск-стратификацию метаболического синдрома, но и своевременно проводить терапию для предотвращения прогрессирования метаболического синдрома и сердечно-сосудистых осложнений.

Ключевые слова: метаболический синдром, прогнозирование риска, математическое моделирование.

Цитировать: Юбицкая Н.С., Антонюк М.В., Веремчук Л.В. Использование математического моделирования в оценке риска развития и прогрессирования метаболического синдрома // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2014. №2(56). С. 66-69. URL: <http://yadi.sk/d/v4-N97sJSaP7p>.

Несмотря на определенные успехи в изучении патогенеза, диагностики и лечении метаболического синдрома (МС) стремительно увеличивается доля населения с данной патологией, которая обуславливает чрезвычайно высокий суммарный риск развития ишемической болезни сердца, сахарного диабета 2 типа [8]. Для ранней диагностики МС с целью коррекции выявленных изменений необходимо установить прогностические маркеры. С этой целью используются статистические методы обработки данных с последующим моде-

лированием процессов для изучения взаимосвязи клинико-метаболических дефектов многокомпонентного МС и определения этипатогенетической роли функциональных нарушений при формировании МС. Математический аппарат прикладной статистики позволяет проанализировать основные тенденции связей, провести изучение зависимостей одних параметров от других, а также дать прогноз дальнейшего развития процесса [1, 3]. На основе математического моделирования предложены способы прогнозирования развития МС