

УДК 541.182.5[613.633:616-003.66/.69](048.8)

DOI: 10.12737/article_5a9f2eaf492cf9.67393066

ПЫЛЬ: ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ, ЕЕ ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ПЫЛЕВЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ (КРАТКИЙ ОБЗОР)**В.М.Катола, В.Е.Комогорцева***Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения Российской академии наук, 675000, г. Благовещенск, пер. Релочный, 1***РЕЗЮМЕ**

Приведены примеры загрязнения воздушной среды и его последствия. Описаны основные источники образования пыли, включая песчано-пылевые бури и техногенные отходы, возникающие при добыче полезных ископаемых, ее виды, форма и свойства. Охарактеризована дисперсность пылевых частиц, опасность для человека частиц размером 0,3-5 мкм и менее. Показано, что раздражающее, токсическое, аллергическое, мутагенное, канцерогенное, фиброгенное и другое действие пыли зависит от физико-химических свойств, размеров и поверхности частиц, их содержания в воздухе помещения либо в рабочей зоне, длительности действия и от индивидуальной реактивности человека. Кратко перечислены специфические и неспецифические воздействия пыли, механизм развития пневмокониозов.

Ключевые слова: загрязнение воздушной среды, пыль, производственная пыль, пылевые заболевания человека.

SUMMARY**DUST: SOURCES OF FORMATION, ITS GENERAL CHARACTERISTICS AND DUST DISEASES (BRIEF REVIEW)****V.M.Katola, V.E.Komogorceva***Institute of Geology and Nature Management of Far Eastern Branch RAS, 1 Relochny Lane, Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation*

Examples of air pollution and its consequences are given. The main sources of dust formation are described, including sand and dust storms and man-caused wastes arising from the extraction of minerals, its types, form and properties. The dispersion of dust particles is characterized, as well as the danger of particles of 0.3 to 5 μm or less to humans. It is shown that the irritating, toxic, allergic, mutagenic, carcinogenic, fibrogenic and other effects of dust depend on the physicochemical properties, particle size and surface, their content in the room air or in the working area, the duration of the action. It is noted that the efficiency of dust also depends on the individual reactivity of the person. Briefly listed are the specific and nonspecific effects of dust and the mechanism of pneumoconiosis development.

Key words: air pollution, dust, industrial dust, dust diseases of man.

Загрязнение внешней среды физическими, химическими и биологическими факторами и энергией является одним из крупнейших экологических рисков, о чем свидетельствует рост респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний, аллергии, астмы, рака, расстройств центральной нервной и репродуктивной систем [2, 4, 5, 8]. Согласно сообщению Росстата и Росприроднадзора [2] в 2015 году общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу России достиг 31268,6 тыс. т, в том числе стационарными источниками – 7295, 7 тыс. т (8 млн т твердых и 15,5 млн т газообразных и жидких) и автотранспортом – 13818,6 тыс. т, где на долю твердых частиц, т.е. сажи приходится 0,188%. В Дальневосточном федеральном округе за это время выброшено 359,0 тыс. т загрязняющих веществ, что на 5,1% меньше, чем в предыдущем году. Однако в Приоритетном списке городов с наибольшим загрязнением атмосферы (свыше 10 ПДК м.р.) по-прежнему остаются Биробиджан, Благовещенск, Корсаково, Уссурийск и Южно-Сахалинск. Кроме того, беспокоит комплекс значительных санитарно-эпидемиологических проблем в Амурской области, Еврейской автономной области, Хабаровском крае, Магаданской области и Республике Саха Якутия. Загрязнителем атмосферы оксидами углерода, азота и серы, альдегидами, несгоревшими углеводородами, сажей, пылью и прочими токсикантами в России лидирует автотранспорт [2, 11]. Б.А.Ревич и соавт. [10] показали, что именно автотранспорт Москвы вносит основной вклад в канцерогенный риск из-за содержания в его выхлопах бензола (36,8%), 1,3-бутадиена (26%), альдегида (7,8%) и сажи (3,4%). Одновременно возможен рост смертности до 2500-3000 случаев или 2,2% от общей смертности в год на 10-12 млн населения г. Москвы вследствие попадания в атмосферу взвешенных частиц величиною 10 мкм и менее. На фоне дискомфорта климата автотранспорт Санкт-Петербурга загрязняет воздушную среду оксидом и диоксидом азота, аммиаком, взвешенными частицами и иными поллютантами [2, 12]. В воздухе г. Норильска содержатся нитраты, сульфаты, фенолы, промышленная пыль и тяжелые металлы Их поставляет ГКМ «Норильский никель», который в течение 2015 года вынес в атмосферу 19 млн т диоксида серы, выпадающей с осадками. Но, несмотря на неизменно высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, регулярных наблюдений в этом городе Росгидромет не проводит [2]. По последним данным Всемирной Организации Здравоохранения ежегодной причиной смерти 13 млн

человек являются неблагоприятные факторы внешней среды [2]. Так, в 2010 году только из-за плохого качества атмосферного воздуха на планете умерло 3,1 млн жителей, а при увеличении содержания пылевых частиц размером 10 мкг/м^3 и меньше суточная смертность возросла на 0,2-0,6%. В 2012 году в городах и сельских районах по этой же причине умерло 3,0 млн человек, страдавших ишемической болезнью сердца (40%), инсультом (40%), хроническим обструктивным заболеванием легких (11%), раком легких (6%) и острой инфекцией нижних дыхательных путей у детей (3%). Не менее опасно низкое качество воздуха и внутри помещений – оно привело к преждевременной смерти 4,3 млн человек. В настоящее время 92% населения планеты живет в районах, где чистота воздуха внутри и вне жилых помещений выходит за пределы пороговых среднегодовых значений для частиц диаметром меньше 2,5 мкм.

Пыль является наиболее распространенным поллютантом и представляет собою двухфазную систему (аэрозоль), которая состоит из дисперсионной среды (воздуха) и дисперсной фазы – твердых и жидких частиц различного физико-химического состава и генезиса, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии. Ежегодно в атмосферу поступает около 1 куб. км пыли, а всего в ней взвешено почти 20 млн т минерального вещества [14]. Природные и антропогенные источники пыли разнообразны: это космическое пространство, откуда каждый день выпадает 60 т частиц величиной от нескольких молекул до 0,2 мкм [25], промышленные и теплоэнергетические предприятия, сжигание угля, газа, нефти и дерева, все виды транспорта, ветровая эрозия почв, сельское хозяйство, извержение вулканов, выветривание горных пород, масштабный вынос морских солей, степные и лесные пожары. Пыль образуют техногенные отвалы и вскрышные породы, скапливающиеся во время добычи полезных ископаемых. Учитывая, что этот вид экономической деятельности в последние годы образовал от 89 до 92% твердых отходов, а объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2015 году составил 27,5% [2], авторы настоящей работы исследовали гранулометрический состав террикона ручной сортировки руд Кировского рудника (Амурская область), хвостов шлихообогажительной установки (ШОУ) Софийского прииска (Хабаровский край) и пыли дезинтегрированных медно-никелевых руд, осевшей в плавильном цехе Надеждинского металлургического завода (г. Норильск). Как видно из рис. 1-4, частицы каждого техногенного продукта различались между собою структурой (формой) и размерами. Наименьшая их величина равнялась 1 мкм и менее. Это лучше видно при увеличении сканогаммы или на ее какой-либо составляющей (рис. 2). Во всех случаях в исследуемой пыли различались жизнеспособные палочковидные бактерии и споры грибов, которые затем легко прорастали на твердых и жидких питательных средах.

Огромное количество пыли и песка поднимается с земной поверхности сильным ветром и выносится в атмосферу в виде песчано-пыльных бурь. Они возникают

в пустынях Монголии, северного Китая и восточного Казахстана, и плотными облаками проходят над Китаем, частью Дальнего Востока, Северной и Южной Кореей, Японией, США и Канадой. На Восточное Средиземноморье, Северную Атлантику и Европу песчано-почвенную пыль из Северной Африки регулярно несут активные средиземноморские циклоны [20, 21, 23]. По такому своеобразному «мосту» ежегодно из континента на континент через атмосферу переносятся примерно 10^{18} живых клеток микроорганизмов, пыльцы растений, простейших, эндотоксины, микотоксины, тяжелые металлы и прочие вещества [18, 21]. Из пустыни Сахара на ледник Монблан (Французские Альпы) перенесены представители *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Deinococcus-Thermus*, *Firmicutes*, *Bacteroides*, *Stigonema*, *Pseudoclavibacter*, *Clostridium*, *Crossiella*, *Devosia*, *Massilia* и другие, большинство из которых могли расти и развиваться в снегу [13]. В Израиле после нескольких сахарских бурь начали доминировать грибы *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium griseoroseum*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Cladosporium cladosporioides* и *Alternaria alternata* [24]. Пыль с Ближнего Востока и Северной Африки обнаружена также на ледниках Кавказа, обогащая снега Эльбруса высокими концентрациями Cu, Zn и Cd [7].

Таким образом, судя по источникам, пыль различна, неистребима, постоянно находится в окружающей среде, даже в стратосфере. По происхождению и составу различают: а) неорганическую пыль, состоящую из частиц минералов (кварца, песчаника, гранита, асбеста и др.) или металлов (бериллия, железа, марганца, мышьяка, ртути, свинца); б) органическую пыль из шерсти, волос, размолотых костей и растительного генезиса (зерновая, древесная, угольная, хлопковая, мучная, сахарная, табачная), а также микроорганизмов, их спор и вирусов; в) смешанную пыль, состоящую из смеси неорганических и органических частиц. Выделяют еще резиновую пыль, пыль из пластмасс, синтетических волокон и пр. Пыль способна растворяться в жидкостях, включая кровь, лимфу, желудочный сок и др. Если она растворяется в биологической жидкости, то удаляется из организма быстрее, если хорошо растворяется токсичная пыль, то это грозит опасными последствиями. От генезиса пыли зависят ее химический состав, удельный вес и другие свойства. Химический состав определяет ее биологические эффекты на организм. По этому признаку пыль подразделяют на токсическую и нетоксическую. Первая при попадании в организм вызывает острое или хроническое отравление, вторая остается инертной даже при больших объемах и неограниченном сроке действия. Особо вредными принято считать массу пыли в воздухе (мг/м^3), пылевую нагрузку на органы дыхания и дисперсность. Гигиенисты большое значение уделяют именно дисперсности частиц. Во-первых, с ней связана продолжительность их пребывания в воздухе. Во-вторых, практически вся высокодисперсная пыль независимо от своих химических свойств несет как положительный, так и отрицательный электрический заряд и обладает высокоактивной поверхностью. По-

этому к ней притягиваются другие мелкие частицы и газы. Последние обволакивают каждую пылинку, тем самым гарантируют ей продолжительное нахождение в воздухе и проникновение в легкие. По размеру частиц выделяют: 1) мелкодисперсную пыль (размер частиц менее 0,1 мкм); 2) среднедисперсную (размер частиц 10-0,1 мкм); 3) крупнодисперсную видимую пыль (размер частиц 100-10 мкм) и аэросуспензии величиною свыше 100 мкм. Крупнодисперсная пыль и аэросуспензии, выпадая из воздуха с неодинаковой скоростью, задерживаются на стенке верхних дыхательных путей. Нитевидные частицы асбеста и хлопка размером даже в сотни и тысячи мкм из воздуха не выпадают, тем не менее, они, заодно пыль льна, слюды и угля, уже раздражают слизистые оболочки дыхательных путей. Мелкодисперсные аэрозоли, особенно круглой формы, быстрее оседают и закономерно проникают в легочную ткань, а через межклеточные пространства – в лимфатические капилляры и сосуды, нарушая функции респираторной и сердечно-сосудистой систем [3, 10, 11, 14]. Для качественной и количественной оценки пылевого фактора в помещениях или рабочей зоне используются весовой, счетный, электрический и другие методы исследования пыли, самый простой из них – весовой [1]. Установлено, что доля частиц размером меньше 1 мкм составляет 70% от общей массы пыли, с размерами до 5 мкм – 10-25%. Наиболее опасны для человека частицы величиною 0,3-5 мкм, в первую очередь, фракция 1-2 мкм. Она характеризуется наибольшей фиброгенной активностью, с легкостью передвигается по лимфатическим путям и задерживается в лимфатических узлах.

Электростатическая заряженность пыли способствует ее задержанию на поверхности дыхательных путей, связи с ними и меньшему удалению. Удерживая на своей поверхности газовые частицы, она заносит в организм микроорганизмы и действует с ними совместно. Кроме того, при сильной запыленности воздуха дисперсными частицами их электрические заряды могут суммироваться и при определенном потенциале создают разряд по типу взрыва, что нередко наблюдается с каменноугольной, сахарной, мучной, алюминиевой, цинковой и другими видами пыли.

Поскольку человек дышит не чистым воздухом, а воздушно-минеральной смесью, вдыхая с каждым вдохом до миллиона минеральных частиц [14], в лаважной жидкости практически здоровых лиц, не занятых на производстве, у больных асбестозом, силикозом и у сварщиков наряду с Al, Ca, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Ti, W, Zn, редкоземельными элементами, бактериями и грибами выявлены инертные пылевые частицы, кремний, силикаты и органические кислоты [15, 17, 19, 22]. Особые проблемы создаются производственной пылью, содержащей соединения C, Ca и Si, реже оксиды Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn и асбест. Первые упоминания о возможности поражения легких при вдыхании пыли при горнорудных работах встречаются в древнегреческой и древнеримской литературе. Уже Гиппократ (460-377 гг. до н.э.) упоминал о вредном действии рудничной пыли, Плиний-старший

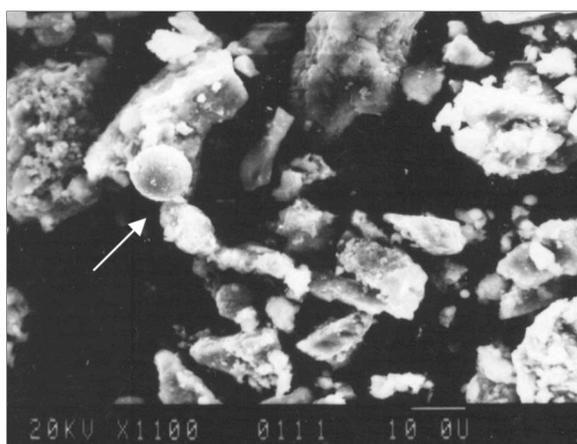
отмечал опасность вдыхания пыли при добыче серы и киновари. В XV-XVI веках появились сообщения Агриколы и Парацельса о тяжелом труде горняков и влиянии на них запыленности рудников. Однако основоположником науки о заболеваниях, вызванных профессиональной деятельностью, по праву считается итальянский профессор Бернардино Рамаццини (1633-1714 гг.). В своей книге «Рассуждения о болезнях ремесленников» он со всей тщательностью изложил вопросы гигиены труда с описанием проявлений профессиональных болезней. В последующем вопросы пылеобразования и его влияние на человека в быту и на производстве освещались во множестве научных исследований и обзорах. В настоящее время образование пыли тесно связано с производственным процессом, технологией и оборудованием преимущественно в металлургической, машиностроительной и добывающей промышленности, на предприятиях стройматериалов и обработки льна, хлопка, дерева, стекла, ТЭЦ, при электросварочных работах и др. Именно с запыленностью воздуха сейчас ассоциируются раздражающее, токсическое, аллергическое, мутагенное, канцерогенное, фиброгенное, радиоактивное и фотосенсибилизирующее действие на организм и нарушение репродуктивной функции. Такие эффекты обуславливают, прежде всего, физико-химические свойства, размеры, форма и поверхность частиц, их содержание в воздухе помещения либо в рабочей зоне, длительность действия в течение смены вместе с другими профессиональными вредностями.

Неодинаковая эффективность разных аэрозолей зависит и от индивидуальной реактивности человека, то есть, способности целого организма или его органов адекватно отвечать на воздействия производственной пыли. Из нескольких десятков теорий, объясняющих патогенез пневмокониозов, в настоящее время наибольшим признанием пользуется гипотеза, согласно которой основными механизмами действия кварцевой пыли являются следующие друг за другом процессы: 1) фагоцитоз; 2) прямое воздействие частиц кварца, имеющих на поверхности химически активные радикалы, на цитоплазму макрофагов; 3) повреждение мембран внутриклеточных органелл; 4) нарушение процессов энергетического обмена в легочной ткани. В итоге этих событий в зависимости от агрессивности пыли процессы могут протекать в двух направлениях: а) образование фиброза лёгких; б) развитие неспецифических заболеваний [9]. В ответ на длительное (10-15 лет) вдыхание пыли разнообразной дисперсности, состава и концентрации при патологической реактивности у некоторых рабочих сначала появляются кашель, охриплость голоса, затем развиваются специфические поражения дыхательного тракта (пылевые и токсико-пылевые бронхиты, пневмонии, туберкулез и др.), кожных покровов (зуд, краснота, крапивница, дерматит, аллергический профессиональный дерматит, масляный фолликулит), глаз (слезотечение, конъюнктивит, кератит, профессиональная катаракта). Однако самым необратимым и практически неизлечимым является пневмокониоз. Он представляет

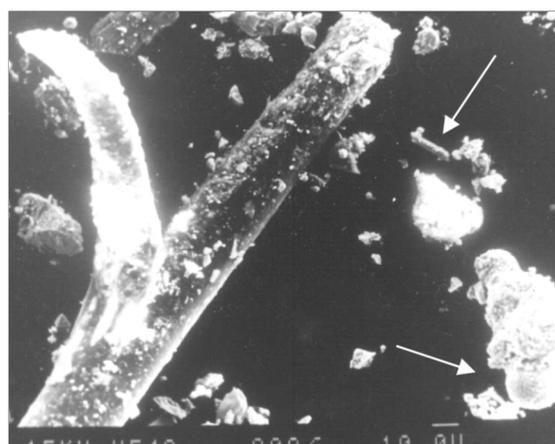
группу заболеваний с узелковым, узловым и интерстициальным фиброзным поражением легких. Как известно [3, 6], наиболее распространенный и тяжело протекающий его вид – это силикоз. Он возникает в результате длительного вдыхания пыли, содержащей свободную SiO_2 , чаще у горнорабочих рудников (бурильщики, забойщики, крепильщики и др.), рабочих литейных цехов (пескоструйщики, обрубщики), производства огнеупорных материалов и керамических изделий. Вдыхание пыли силикатов, содержащих SiO_2 и дополнительно связанных с Al, Ca, Fe, Mg и другими элементами, вызывает асбестоз, талькоз и цементоз. Кстати, с асбестовой пылью связывают рак легких. Под влиянием металлической пыли возникают баритоз, бериллиоз, сидероз, алюминоз и др., с развитием в легких умеренной фиброзной реакции. Из всех видов органической пыли наибольшее значение имеет лишь угольная, поскольку вмещает примеси кварца и силикатов. Она вызывает у шахтеров, работающих на выемке угля, антракоз. Его течение, в отличие от силикоза, более благоприятно, отличается меньшей склонностью к прогрессированию, а изменения в легких протекают по типу диффузного разрастания соедини-

тельной ткани [16]. Растительные пыли также приводят к острым, подострым и хроническим заболеваниям легких, но способ их действия на человека окончательно не выяснен.

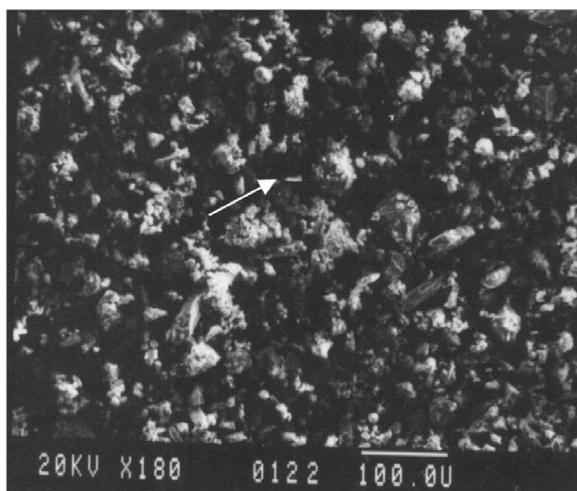
Чтобы обезопасить рабочих от чрезмерной пылевой нагрузки, российским законодательством предусмотрены предельно допустимые концентрации (ПДК) пыли в рабочей зоне, установленные при длительном наблюдении над пылевой патологией различных профессиональных групп и запыленностью той среды, в которой они работают. Так, если в ней отсутствует SiO_2 , то такая пыль считается нетоксичной и ее содержание в воздухе допустимо в пределах 10 мкг/м^3 . В токсичной пыли всегда содержится либо металлы (свинец, марганец и мышьяк), либо SiO_2 . Если ее доля более 70%, то ПДК должно быть 1 мкг/м^3 , если 10-70% – то 2 мкг/м^3 , если менее – то 4 мкг/м^3 . Для предупреждения запыленности производственной среды следует постоянно совершенствовать технологический процесс, механизацию и автоматизацию производства, осуществлять вентиляцию, регулярные санитарно-технические и лечебно-профилактические мероприятия.



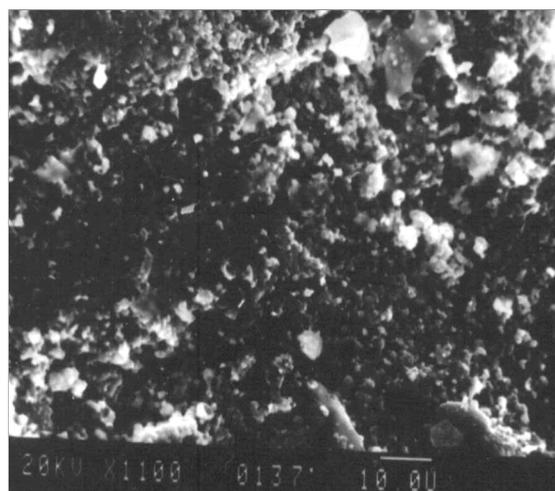
1



2



3



4

Рис. 1-4. Сканирующая электронная микроскопия размерности пыли техногенных отходов: 1-2 – частицы из ШОУ ($\times 1100$ и 540 , соответственно); 3 – частицы пыли из террикона Кировского рудника ($\times 180$); 4 – пыль из Норильска ($\times 1100$). Стрелки указывают на споры и палочковидные бактерии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбатенко Ю.А. Аэрозоли и их основные физико-химические свойства. Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. 35 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». М.: Минприроды России; НИИ-Природа. 2016. 639 с. URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1996>
3. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф.Измерова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 784 с.
4. Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А.Д.Каприна, В.В.Старинского, Г.В.Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2017. 250 с.
5. Книжников В.А., Шандала Н.К., Комлева В.А., Швецов А.И. Сравнительная оценка канцерогенного риска при воздействии радиации и загрязнения атмосферного воздуха угольной золой и бенз(а)пиреном // Гигиена и санитария 1993. №6. С.4–6.
6. Косарев В.В., Бабанов С. А. Профессиональные болезни: руководство для врачей. М.: Бином, 2013. 422 с.
7. Кутузов С.С., Михаленко В.Н., Шахгеданова М., Жино П., Козачек А.В., Лаврентьев И.И., Кудерина Т.М., Попов Г.Д. Пути дальнего переноса пыли на ледники Кавказа и химический состав снега на Западном плато Эльбруса // Лёд и Снег. 2014. №3(127). С.5–15. doi: 10.15356/2076-6734-2014-3-5-15
8. Нестеровский Я.И., Алексеева Р.С. Экологические аспекты болезней органов дыхания в промышленной области // Пульмонология. 1994. №2. С.14–17.
9. Пневмокониозы. Клинические рекомендации. М.: Министерство здравоохранения РФ, 2016. 38 с. URL: <http://www.niimt.ru/doc/FedClinRekPnevmokoniozy.pdf>
10. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Авалиани С.Л., Лезина Е.А., Семутникова Е.Г. Изменение качества атмосферного воздуха в Москве в 2006-2012 гг. и риски для здоровья населения // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2015. Т.26, №1. С.91–122.
11. Хлебопрос Р.Г., Тасейко О.В., Иванова Ю.Д., Михайлюта С.В. Красноярск. Экологические очерки. Красноярск: СФУ, 2012. 130 с.
12. Худoley В.В., Дятченко О.Т., Мерабишвили В.М., Шабашова Н.Я. Экологическая обстановка, демография и злокачественные новообразования в Санкт-Петербурге // Вопросы онкологии. 1998. Т.44, №3. С.270–282.
13. Чувочина М. С. Бактериальное разнообразие снежного покрова ледника Монблан, содержащего почвенную пыль пустыни Сахара, и роль отдельных фило типов в его колонизации: автореф. дис ... канд. биол. наук. СПб, 2011. 18 с.
14. Юшкин Н.П. Минеральный мир и здоровье человека // Вестник отделения наук о Земле РАН. 2004. №1(22). С.1–10. URL: <http://web.ru/conf/khitariada/1-2004/scpub-1.pdf>
15. Bariffi F., Marangio E., Pesci A., Bertorelli G., Gabrielli M. Lavaggio bronchoalveolare (BAL) nella diagnostica della pneumopatie de aerocontaminanti in organici // Riv. Patol. Clin. Tuberc. 1985. Vol.56, №3. P.337–346.
16. Beck B., Gohike R., Sturm W., Bergmann L., Wolf E. Soot lung as occupational disease // Z. Erkr. Atmung-sorgane. 1985. Vol.164, №3. P.254–266.
17. Dietemann-Molard A., Maier E., Pelletier A., Hutt N., Maier A., Bohner C., Pauli G., Leroy M.J., Roegel E. Multiple elemental organic components of the bronchoalveolar lavage fluid in normal subjects and in various lung pathologies (excluding silica and asbestos fibers) // Rev. Mal. Resp. 1989. Vol.6, №6. P.511–517.
18. Fenchel T. Microbiology. Biogeography for bacteria // Science. 2003. Vol.301, №5635. P.925–926.
19. Gaudichet A., Pairon J.C., Malandain O., Couste B., Brochard P., Bignon J. Mineralogical study of non-fibrous particles in bronchoalveolar lavage fluid // Rev. Mal. Resp. 1987. Vol.4, №5. P.237–243.
20. Goudie A.S., Middleton N.J. Saharan dust storms: nature and consequences // Earth-Sci. Rev. 2001. Vol.56, Iss.1-4. P.179–204.
21. Kellogg C.A., Griffin D.W. Aerobiology and the global transport of desert dust // Trends Ecol. Evol. 2006. Vol.21, №11. P.638–644.
22. Laverenz J.U., Muller K.M. Bronchoalveolare lavage. Patologisch-anatomische Befunde // Atemwegs-Lungenkr. 1989. Vol.15, №11-15. P.583–587.
23. Moulin C., Lambert C.E., Dulac F., Dayan U. Control of atmospheric export of dust from North Africa by the North Atlantic Oscillation // Nature. 1997. Vol.387, №6634. P.691–694.
24. Schlesinger P., Mamane Y., Grishkan I. Transport of microorganisms to Israel during Saharan dust events // Aerobiologia. 2006. Vol.22. P.229.
25. Zook H.A., Grün E., Baguhl M., Hamilton D., Linkert G., Liou J.C., Forsyth R., Phillips J.L. Hyperbolic cosmic dust: Its origin and its astrophysical significance // Planet. Space Sci. Vol.23. P.1391–1397.

REFERENCES

1. Gorbatenko Yu.A. Aerosols and their basic physical and chemical properties. Ekaterinburg; 2014 (in Russian).
2. State report "On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2015". Moscow; 2016 (in Russian). Available at: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1996>
3. Izmerov N.F., editor. Professional pathology: national guidelines. Moscow: GEOTAR-Media; 2011.
4. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V., editors. Malignant neoplasms in Russia in 2015 (morbidity and mortality). Moscow; 2017 (in Russian).
5. Knizhnikov V.A., Shandala N.K., Komleva V.A., Shvetsov A.I. Comparative assessment of carcinogenic risk under exposure to radiation and air pollution by coal ash and benz (a) pyrene. *Gigiya i sanitariya* 1993; 6:4–6 (in Russian).

6. Kosarev V.V., Babanov S.A. Occupational diseases. Moscow: Binom; 2013 (in Russian).
7. Kutuzov S.S., Mikhaleiko V.N., Shahgedanova M.V., Ginot P., Kozachek A.V., Kuderina T.M., Lavrentiev I.I., Popov G.V. Ways of far-distance dust transport onto Caucasian glaciers and chemical composition of snow on the Western plateau of Elbrus. *Ice and Snow* 2014; 54(3):5–15 (in Russian). doi: 10.15356/2076-6734-2014-3-5-15
8. Nesterovskiy Ya.I., Alekseeva R.S. Ecological aspects of respiratory diseases in industrial area. *Pul'monologiya* 1994; 2:14–17 (in Russian).
9. Pneumoconiosis. Clinical recommendations. Moscow: Russian Ministry of Health; 2016 (in Russian). Available at: <http://www.niimt.ru/doc/FedClinRekP-nevmokoniozy.pdf>
10. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Avaliani S.L., Lezina E.A., Semutnikova E.G. Change in air quality in Moscow in 2006–2012 and associated health risks. *Problems of Ecological Monitoring and Ecosystem Modelling* 2015; 26(1):91–122 (in Russian).
11. Khlebopros R.G., Taseyko O.V., Ivanova Yu.D., Mikhaylyuta S.V. Krasnoyarsk. Ecological essays. Krasnoyarsk: Siberian Federal University; 2012 (in Russian).
12. Khudoley V.V., Dyatchenko O.T., Merabishvili V.M., Shabashova N.Ya. Ecological situation, demography and malignant neoplasms in St. Petersburg. *Voprosy onkologii* 1998; 44(3):270–282 (in Russian).
13. Chuvochina M.S. The bacterial diversity of the snow cover of the Mont Blanc glacier containing the soil dust of the Sahara desert, and the role of individual phylotypes in its colonization: abstract of PhD thesis (Biol. Sci.). St. Petersburg; 2011.
14. Yushkin N.P. Mineral world and human health. *Vestnik otdeleniya nauk o Zemle RAN* 2004; 1:1–10 (in Russian). Available at: <http://web.ru/conf/khitarida/1-2004/scpub-1.pdf>
15. Bariffi F., Marangio E., Pesci A., Bertorelli G., Gabrielli M. Lavaggio bronchoalveolare (BAL) nella diagnostica della pneumopatie de aerocontaminanti in organici. *Riv. Patol. Clin. Tuberc.* 1985; 56(3):337–346.
16. Beck B., Gohike R., Sturm W., Bergmann L., Wolf E. Soot lung as occupational disease. *Z. Erkr. Atmungsorgane* 1985; 164(3):254–266.
17. Dietemann-Molard A., Maier E., Pelletier A., Hutt N., Maier A., Bohner C., Pauli G., Leroy M.J., Roegel E. Multiple elemental organic components of the bronchoalveolar lavage fluid in normal subjects and in various lung pathologies (excluding silica and asbestos fibers). *Rev. Mal. Resp.* 1989; 6(6):511–517.
18. Fenchel T. Microbiology. Biogeography for bacteria. *Science* 2003; Vol. 301(5635):925–926.
19. Gaudichet A., Pairon J.C., Malandain O., Couste B., Brochard P., Bignon J. Mineralogical study of non-fibrous particles in bronchoalveolar lavage fluid. *Rev. Mal. Resp.* 1987; 4(5):237–243.
20. Goudie A.S., Middleton N.J. Saharan dust storms: nature and consequences. *Earth-Sci. Rev.* 2001; 56(1-4):179–204.
21. Kellogg C.A., Griffin D.W. Aerobiology and the global transport of desert dust. *Trends Ecol. Evol.* 2006; 21(11):638–644.
22. Laverenz J.U., Muller K.M. Bronchoalveolare lavage. Patologisch-anatomische Befunde. *Atemwegs-Lungenkr.* 1989; 15(11-15):583–587.
23. Moulin C., Lambert C.E., Dulac F., Dayan U. Control of atmospheric export of dust from North Africa by the North Atlantic Oscillation. *Nature* 1997; 387(6634):691–694.
24. Schlesinger P., Mamane Y., Grishkan I. Transport of microorganisms to Israel during Saharan dust events. *Aerobiologia* 2006; 22:229.
25. Zook H. A., Grün E., Baguhl M., Hamilton D., Linkert G., Liou J.C., Forsyth R., Phillips J.L. Hyperbolic cosmic dust: its origin and its astrophysical significance. *Planet. Space Sci.* 1975; 23:1391–1397.

Поступила 22.11.2017

Контактная информация

Виктор Моисеевич Катола,

кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник,

Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения РАН,

675000, г. Благовещенск, пер. Релочный, 1.

E-mail: katola-amur@list.ru

Correspondence should be addressed to

Viktor M. Katola,

MD, PhD, Leading staff scientist,

Institute of Geology and Nature Management of Far Eastern Branch RAS,

1 Relochny Lane, Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation.

E-mail: katola-amur@list.ru