ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

DOI 10.15593/2409-5125/2018.02.10

УДК 614.715, 504.064, 504.3.054

С.Ю. Загороднов

Федеральный научный центр медико-профилактических технологий
управления рисками здоровью населения

ПЫЛЕВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА КАК НЕДООЦЕНЕННЫЙ ФАКТОР РИСКА ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА

Актуальность исследования определена доказанной опасностью загрязнения воздуха мелкодисперсными частицами для здоровья человека и повышенным уровнем содержания этих примесей на территориях городских поселений. Цель исследования состояла в количественной оценке содержания мелкодисперсной пыли PM_{10} и $PM_{2,5}$ в выбросах предприятий, расположенных в городской черте и формирующих риски нарушения здоровья для жителей прилегающих селитебных зон. Инструментальными методами подтверждено присутствие мелкодисперсной пыли PM_{10} и $PM_{2,5}$ (до 86 % $PM_{2,5}$ от общей массы) в выбросах промышленных предприятий и автотранспорта города. Выполненный анализ данных с постов наблюдений Росгидромета за 2016–2017 гг. подтвердил системное наличие пыли в воздухе города. Риски нарушения функций органов дыхания у экспонированных жителей характеризуются величинами индексов опасности до 4,8 RFC по $PM_{2,5}$ и оцениваются как недопустимые. На основании полученных результатов сделаны выводы о необходимости пересмотра расчетных методов по оценке выбросов промышленных предприятий и автотранспорта. Показано, что на законодательном уровне требуется закрепление подходов к нормированию мелкодисперсной пыли PM_{10} и $PM_{2,5}$ как мера управления за опасными для здоровья человека веществами. Промышленным предприятиям с высокой долей пылевых выбросов необходимо осуществлять контроль за взвешенными веществами, содержащие мелкодисперсные частицы PM_{10} и $PM_{2,5}$. Требуется реализация эффективных мероприятий по пылеподавлению на автомобильных дорогах, в целях минимизации рисков для здоровья жителей городских поселений.

Ключевые слова: взвешенные вещества, дисперсный состав, PM_{10} , $PM_{2,5}$, пылевые выбросы, промышленные предприятия, автотранспорт, нормирование мелкодисперсной пыли, оценка риска здоровью.

Загороднов С.Ю. Пылевое загрязнение атмосферного воздуха города как недооцененный фактор риска здоровью человека // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2018. – № 2. – С. 124–133. DOI: 10.15593/2409-5125/2018.02.10

Zagorodnov S. Dust contamination of the atmospheric air of the city as an undervalued risk factor to human health. PNRPU. Applied ecology. Urban development. 2018. No. 2. Pp. 124-133. DOI: 10.15593/2409-5125/2018.02.10

Атмосферный воздух крупных промышленных городов подвержен высокому антропогенному воздействию [1–3]. Наряду с общераспространенными газообразными загрязняющими веществами в атмосферный воздух выбрасываются взвешенные вещества, содержащие частицы разного размера. Особую опасность для здоровья человека представляет пыль, диаметр составляющих компонентов которой (particulate matters) менее 10 и 2,5 мкм (PM_{10} и $PM_{2,5}$), что подтверждается многочисленными исследованиями ученых России, Европы и США, а также данными Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [4–8]. К примеру, кратковременная (в течение часов или дней) или долговременная (в течение месяцев или лет) экспозиция мелкодисперсными частицами обуславливает респираторную и сердечно-сосудистую заболеваемость, включая обострение астмы и респираторных симптомов и рост числа случаев смерти, госпитализации; смертность от сердечно-сосудистых заболеваний [4, 5]. Вдыхаемые ультратонкие частицы могут не только транспортироваться в сосудистую систему и непосредственно в сердце, вызывая при этом сердечную аритмию и снижение сократительной способности сердечной мышцы и коронарного кровотока, но и изменяют параметры крови [6–8]. По данным исследований российских ученых, пылевой фактор является причиной онкологических заболеваний дыхательной системы человека [9]. Европейскими учеными доказано, что загрязнение воздуха взвешенными частицами PM_{10} от движения автотранспорта вызвало увеличение на 6 % общей смертности различных групп населения Австрии, Швейцарии и Франции или дополнительно около 40 000 смертей в год, а также зафиксировано более 25 000 случаев хронического бронхита у взрослых, дополнительно 290 000 случаев бронхита у детей и 500 000 приступов астмы [10].

Гигиенические нормативы для мелкодисперсной пыли PM_{10} и $PM_{2,5}$ разработаны и законодательно закреплены в 2010 г. Таким образом, есть все основания учитывать мелкодисперсные частицы при экологогигиенических оценках. Последнее особенно актуально на урбанизированных территориях, поскольку в промышленно развитых городах сосредоточено большое количество источников пылевых выбросов различного происхождения и дисперсного состава. Твердые пылевые частицы попадают в атмосферу в результате работы автомобильных двигателей и процессов движения машин по автодорогам, а также при работе котельных, от сжигании угля и древесины, от выбросов промышленных предприятий [11].

Вместе с тем сложившаяся практика учета состава и нормирования пылевых выбросов слабо учитывает дисперсную структуру твердых пылегазовых смесей. Пылевые выбросы нормируются как сумма взвешенных частиц

без выделения PM_{10} и $PM_{2,5}$. Действующие методики по расчету выбросов от стационарных источников не отвечают современным тенденциям развития производственного сектора, тем самым не учитывают особенности технологических процессов предприятий, используемые современные материалы и сырье¹. Несмотря на многочисленные исследования российских ученых [12], отсутствует практика учета пылевых выбросов от движения автотранспорта, от истирания тормозных колодок и истирания шин, а также отсутствуют методические подходы, ориентированные на выделение наиболее опасных фракций пыли (PM_{10} и $PM_{2,5}$). Такой подход нормирования твердых выбросов ведет к маскировке опасных примесей и недооценке риска для здоровья населения, и, как следствие, снижается мотивация хозяйствующих субъектов к выполнению природоохранных мероприятий.

Обладая небольшой массой, мелкодисперсные частицы, в зависимости от метеорологических условий, могут переноситься на большие расстояния, тем самым формируя риски нарушений здоровья у лиц, постоянно проживающих в условиях экспозиции [13]. Как следствие, демографические и экономические потери от смертности и заболеваемости, ассоциированные у экспонированного населения с факторами риска, остаются высокими [14].

Сложившаяся ситуация определила цель исследования, которая состояла в оценке необходимости учета дисперсного состава пылей в атмосферном воздухе как информационной основы разработки мер по минимизации рисков для здоровья жителей городских поселений.

Материалы и методы исследования. Комплексные исследования пылевых выбросов выполняли на промышленных производствах, расположенных в черте города Перми в непосредственной близости от жилой застройки. В перечень изученных производств вошли: предприятия черной и цветной металлургии, предприятия горнодобывающей и горно-перерабатывающей отрасли, предприятия по производству строительных конструкций. Исследования проводили на типовых источниках пылевыведения во время штатного режима работы оборудования. Отборы проб воздуха осуществляли гравиметрическим методом на закрытые и открытые фильтры. Было изучено более 100 основных источников пылевыведения (порядка 350 проб).

Определение дисперсного состава выбросов с выделением нормируемых фракций PM_{10} и $PM_{2,5}$ осуществляли с применением лазерного анализатора частиц Microtrac S3500 (охватываемый диапазон размера частиц от 20 нм до 2000 мкм).

¹ Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (по величинам удельных показателей) / НИИ Атмосфера. СПб., 2015.

При проведении исследований использовали приборы и оборудование, которые занесены в Государственный реестр средств измерений и в установленном порядке и в установленные сроки прошли метрологический контроль (поверку) аккредитованными организациями.

Оценку пылевых выбросов от автотранспорта выполняли на автомагистралях с высокой интенсивностью транспортных потоков (до 3500 авт./ч). В результате проведенных исследований на содержание взвешенных веществ и мелкодисперсных частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ было отобрано и проанализировано более 60 проб.

Определение массовой концентрации мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе выполняли лазерным анализатором аэрозоля DustTrak 8533 (США). В анализаторе реализован принцип лазерной нефелометрии. Диапазон размеров регистрируемых частиц 0,1–15 мкм.

Анализ существующего уровня пылевого загрязнения атмосферного воздуха города выполняли по данным годовичных наблюдений на постах Росгидромета. Для измерения суммы пылей использовался гравиметрический метод, что соответствует РД 52.04.186–89².

При оценке загрязненности атмосферного воздуха города мелкодисперсной пылью в целом использовали параметры, обоснованные D. Dockery и C. Pope [15], R. Wilson и J. Spengler [16], а также рекомендованные Г.Г. Онищенко с соавт. [17] ($PM_{10} = 0,55 \cdot TSP$; $PM_{2,5} = (0,33–0,36) \cdot TSP$).

Результаты исследования и обсуждения. Установлено, что выбросы в атмосферу от источников большинства исследованных технологических процессов содержат мелкодисперсные частицы, опасные для здоровья человека. Дисперсный состав различных пылегазовых смесей существенно различается и зависит от специфики производственного процесса, используемых материалов и сырья.

Отдельные примеры идентифицированных мелкодисперсных частиц пылей PM_{10} и $PM_{2,5}$ в выбросах, образующихся на разных стадиях технологических процессов и при использовании разного оборудования, приведены в таблице.

Пример распределения дисперсного состава пылевых выбросов исследованных образцов в виде фотоснимков, полученных при высокой степени увеличения ($\times 2000$), представлен на рис. 1.

Установлено, что пылевые выбросы предприятий черной и цветной металлургии содержат до 84 % PM_{10} и до 78 % $PM_{2,5}$; выбросы машиностроительных предприятий содержат до 40 % PM_{10} и до 20 % $PM_{2,5}$;

² РД 52.04.186–89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. URL: http://fcgie.ru/download/osnovnye_dokumenty_po_vedeniyu_sgm/186_89.pdf

Пример содержания мелкодисперсной пыли PM_{10} и $PM_{2,5}$
в выбросах исследованных источников

Технологическая операция/оборудование	Доля пыли < 10 мкм (PM_{10}), %	Доля пыли < 2,5 мкм ($PM_{2,5}$), %	Медианный размер частиц, мкм
<i>Механические подразделения машиностроительных производств</i>			
Отрезные станки	$32,97 \pm 4,95$	$7,07 \pm 1,06$	200
Заточные станки с алмазным кругом	$15,29 \pm 2,29$	$0,37 \pm 0,05$	100
Горизонтально-расточные станки	$19,77 \pm 2,97$	$0,35 \pm 0,05$	200
Сверлильные станки	$13,45 \pm 2,02$	$6,7 \pm 1,00$	100
Токарные станки	$12,24 \pm 1,84$	$0,35 \pm 0,05$	200
Фрезерные станки	$38,78 \pm 5,82$	$5,22 \pm 0,78$	300
Наждаки	$30,01 \pm 4,50$	$5,18 \pm 0,77$	100
Галтовочные барабаны	$16,84 \pm 2,53$	$0,55 \pm 0,08$	200
Токарные станки (обработка неметаллических материалов)	$8,78 \pm 1,32$	$0,32 \pm 0,05$	100
Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа	$39,88 \pm 5,98$	$13,46 \pm 2,02$	80
Полуавтоматическая сварка в среде аргона	$2,16 \pm 0,32$	—	800
<i>Пыль металлургических производств</i>			
Рубка стали	$29,44 \pm 4,42$	$12,79 \pm 1,92$	20
Дробеметная камера	$47,91 \pm 7,19$	$35,51 \pm 5,33$	10
<i>Пыль горнодобывающих производств</i>			
Места пересыпа руды на ленточный конвейер	$32,33 \pm 4,85$	$14,61 \pm 2,19$	30
Грохоты	$36,36 \pm 5,45$	$6,12 \pm 0,92$	20
Просеивающие машины	$46,46 \pm 6,97$	$19,72 \pm 2,96$	30

Рис. 1. Пример распределения пылевых частиц в выбросе предприятия строительной отрасли (увеличение $\times 2000$) (um – микрометр, nm – нанометр)

выбросы горнодобывающей промышленности содержат до 50 % PM_{10} и до 25 % $PM_{2,5}$; выбросы горно-перерабатывающей промышленности содержат до 85,6 % PM_{10} и до 56,7 % $PM_{2,5}$; выбросы производств строительных конструкций содержат до 67 % PM_{10} и до 23,5 % $PM_{2,5}$.

Выполненные исследования вблизи автомобильных дорог также констатировали наличие пылевой нагрузки на атмосферный воздух: все отобранные образцы содержали мелкодисперсные частицы. Максимальные приземные концентрации по PM_{10} и $PM_{2,5}$ зафиксированы у края проезжей части (3 м) на уровне 0,7 ПДК_{м.р} и 0,4 ПДК_{м.р} соответственно.

Анализ данных 7 стационарных постов наблюдения Росгидромета на территории г. Перми показал, что за 2016 г. средняя концентрация суммы взвешенных веществ составляет 89 мкг/м³, или 0,6 ПДК_{с.с}³. В целом по данному показателю экологическая ситуация в городе оценивается как нормативная, не требующая дополнительных природоохранных мероприятий. Вместе с тем, если учитывать присутствие в составе пылей мелкодисперсных частиц, особенно $PM_{2,5}$, оценки могут быть принципиально иными. Так, в течение 2016–2017 гг. максимальные уровни содержания мелкодисперсных пылей достигали до 2,8 ПДК_{с.с} по PM_{10} и до 3,2 ПДК_{с.с} по $PM_{2,5}$. Превышения среднесуточных ПДК фиксировались на 3-кратном уровне.

В качестве примера на рис. 2 представлены результаты хода взвешенных частиц на посту № 16 Росгидромета за 2017 г. (летний период наблюдений).

Рис. 2. Среднесуточный ход уровней взвешенных веществ на посту № 16 Росгидромета в летний период (июнь, июль, август)

За 2016–2017 гг. средние суточные концентрации 95 %-ной обеспеченности на постах № 16, 17, 13 по PM_{10} составили 1,8 ПДК, по $PM_{2,5}$ – 2,1 ПДК, на посту № 14 по PM_{10} – 1,7 ПДК и по $PM_{2,5}$ – 1,9 ПДК.

³ О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2016 году. – URL: [http://prioda.permkrai.ru/about/news/3844/](http://priroda.permkrai.ru/about/news/3844/)

Длительная экспозиция мелкодисперсной пыли в таких условиях, при референтных⁴ концентрациях 0,05 и 0,015 мг/м³ для PM₁₀ и PM_{2,5}, формирует риски нарушения функций органов дыхания у экспонированных жителей. При допустимом уровне индекса опасности (Hazard Index, HI), равном единице, риски хронического воздействия характеризуются величинами в диапазоне 2,0–2,2 RFC по PM₁₀ и 4,4–4,8 RFC по PM_{2,5}. Выявленные 4-кратные превышения допустимых хронических уровней воздействия подтвердили корректность учета мелкодисперсных частиц при установлении степени воздействия химических факторов на здоровье человека [18].

Выводы:

1. Выполненные исследования подтвердили присутствие мелкодисперсной пыли PM₁₀ и PM_{2,5} в выбросах большинства производственных объектов, расположенных на территории города. При отсутствии указаний на данные фракции в ведомостях инвентаризации источников и томах предельно допустимых выбросов, их доля составила до 86 %. Актуальным является пересмотр действующих расчетных методик определения твердых выбросов, в том числе с учетом выбросов PM₁₀ и PM_{2,5}.

2. Автотранспорт является дополнительным источником выбросов мелкодисперсных частиц PM₁₀ и PM_{2,5}. Концентрации составляют до 0,7 ПДК_{м.р} по PM₁₀ и до 0,4 ПДК_{м.р} по PM_{2,5}. В целях повышения качества расчетных методов оценки выбросов автотранспорта обязательным является учет взвешенных веществ, включая PM₁₀ и PM_{2,5}.

3. Оценка экологической безопасности воздуха городской территории только по сумме взвешенных частиц не отражает реальной ситуации. Присутствие в воздухе не учитываемых мелкодисперсных частиц обуславливает недопустимые риски для здоровья.

4. Законодательное закрепление подходов нормирования мелкодисперсной пыли PM₁₀ и PM_{2,5} является необходимой мерой контроля за опасными для здоровья человека веществами.

5. Промышленным предприятиям с высокой долей пылевых выбросов необходимо осуществлять контроль за взвешенными веществами, содержащими мелкодисперсные частицы PM₁₀ и PM_{2,5}.

6. В целях минимизации рисков для здоровья жителей городских поселений необходимой мерой является разработка эффективных решений по пылеподавлению выбросов от автомобильных дорог.

⁴ Р.2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Федер. центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. М., 2004. 143 с.

Библиографический список

1. Янин Е.П. Пылевые выбросы предприятий как источник загрязнения городской среды кадрием // Экология урбанизированных территорий. – 2009. – № 1. – С. 30–35.
2. Янин Е.П. Химические элементы в пылевых выбросах электротехнических предприятий и их роль в загрязнении окружающей среды // Экологические системы и приборы. – 2009. – № 2. – С. 53–58.
3. Липатов Г.Я., Адриановский В.И. Выбросы вредных веществ от металлургических корпусов медеплавильных заводов // Санитарный врач. – 2013. – № 8. – С. 41–43.
4. Воздействие взвешенных частиц на здоровье. 2013. [Электронный ресурс] / Всемирная организация здравоохранения. – URL: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0007/189052/Health-effects-of-particulate-matter-final-Rus.pdf (дата обращения: 22.12.2017).
5. A European aerosol phenomenology – 3: Physical and chemical characteristics of particulate matter from 60 rural, urban, and kerbside sites across Europe / J.-P. Putaud [et al.] // Atmospheric Environment. – 2010. – Vol. 44, № 10. – P. 1308–1320.
6. The pharmacology of particulate matter air pollution-induced cardiovascular dysfunction / Ni Bai, MajidKhazaei, Stephan F. van Eeden, Ismail Laher // Pharmacology & Therapeutics. – 2007. – Vol. 113, № 1. – P. 16–29.
7. Effects of particulate matter (PM₁₀, PM_{2.5} and PM₁) on the cardiovascular system / Giuliano Polichetti [et al.] // Toxicology. – 2009. – Vol. 261, № 1-2. – P. 1–8.
8. Зайцева Н.В., Землянова М.А. Оценка нарушений протеомного профиля плазмы крови у детей при ингаляционной экспозиции мелкодисперсной пыли, содержащей ванадий // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 1. – С. 26–33.
9. Айдинов Г.Т., Марченко Б.И., Синельникова Ю.А. Многомерный анализ структуры и долевого вклада потенциальных факторов риска при злокачественных новообразованиях трахеи, бронхов и легкого // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 45–55.
10. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: aEuropean assessment / N.Künzli [et al.] // The Lancet. – 2000. – Vol. 356, № 9232. – P. 795–801.
11. Трескова Ю.В. Оценка степени опасности мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе и целесообразность их нормирования [Электронный ресурс] // Молодой ученый. – 2016. – № 7. – С. 291–294. – URL: <https://moluch.ru/archive/111/27390/> (дата обращения: 13.02.2018).
12. Леванчук А.В. Гигиеническое обоснование воздействия дорожно-автомобильного комплекса на атмосферный воздух жилой территории: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.02.01. – СПб., 2017. – 47 с.
13. Оценка потенциального загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными частицами в зоне расположения машиностроительного предприятия / И.В. Май, С.Ю. Загороднов, А.А. Макс, М.Ю. Загороднов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2012. – № 2. – С. 109–118.
14. Макроэкономический анализ потерь здоровья, вероятно обусловленных эмиссиями загрязняющих веществ в атмосферный воздух / С.А. Рыжаков, Н.В. Зайцева, И.В. Май, В.Б. Алексеев, М.Я. Подлужная, Д.А. Кирьянов // Пермский медицинский журнал. – 2009. – Т. 26, № 3. – С. 139–143.
15. Dockery D.W., Pope C.A. Acute respiratory effects of particulate air pollution // Ann. Rev. Public Health. – 1994. – № 15. – P. 107–132.
16. Wilson R., Spengler J. Particles in Our Air Concentration and Health Effects. – Harvard School of Public Health, 1996. – 265 p.
17. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева; под. ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М., 2002. – 408 с.
18. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. Оптимизация программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха сельских территорий в системе социально-гигиенического мониторинга на базе пространственного анализа и оценки риска для здоровья населения // Пермский медицинский журнал. – 2010. – Т. 27, № 2. – С. 130–138.

References

1. Yanin E.P. Pylevy vybrosy predpriyatij kak istochnik zagryazneniya gorodskoj sredy kadmiiem [Dust emissions of enterprises as a source of pollution of the urban environment by cadmium]. *Ekologiya urbanizirovannykh territoriy*, 2009, no. 1, pp. 30–35.
2. Yanin E.P. Himicheskie ehlementy v pylevykh vybrosakh ehlektrotekhnicheskikh predpriyatij i ih rol' v zagryaznenii okruzhayushchej sredy [Chemical elements in dust emissions of electrical enterprises and their role in environmental pollution]. *Ekologicheskiye sistemy i pribory*, 2009, no. 2, pp. 53–58.
3. Lipatov G.Ja., Adriyanovsky V.I. Vybrosy vrednykh veshchestv ot metallurgicheskikh korpusov medeplavil'nykh zavodov [Emissions of harmful substances from metallurgical buildings of copper smelters]. *Sanitarniy vrach*, 2013, no. 8, pp. 41–43.
4. Vozdejstvie vzveshennykh chastic na zdorov'e [Effects of particulate matters on health]. The World Health Organization, 2013, URL: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0007/189052/Health-effects-of-particulate-matter-final-Rus.pdf (accessed 22 December 2017).
5. Putaud J.-P. [et al.]. A European aerosol phenomenology – 3: Physical and chemical characteristics of particulate matter from 60 rural, urban, and kerbside sites across Europe. *Atmospheric Environment*, 2010, vol. 44, no. 10, pp. 1308–1320.
6. Ni Bai, MajidKhazaei, Stephan F. van Eeden, Ismail Laher. The pharmacology of particulate matter air pollution-induced cardiovascular dysfunction. *Pharmacology & Therapeutics*, 2007, vol. 113, no. 1, pp. 16–29.
7. Giuliano Polichetti [et al.]. Effects of particulate matter (PM10, PM2.5 and PM1) on the cardiovascular system. *Toxicology*, 2009, vol. 261, no. 1-2, pp. 1-8.
8. Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A. Ocenka narushenij proteomnogo profilya plazmy krovi u detej pri ingyalyacionnoj ehkspozicii melkodispersnoj pyli, sodержashchej vanadij [Evaluation of proteomic profile violations of blood plasma in children with inhalation exposure to fine dust containing vanadium]. *Health risk analysis*, 2016, no. 1, pp. 26–33.
9. Aidinov G.T., Marchenko B.I., Sinelnikova Yu.A. Mnogomernyj analiz struktury i dolevogo vklada potencial'nykh faktorov riska pri zlokachestvennykh novoobrazovaniyakh trahei, bronhov i legkogo [Multivariate analysis of the structure and equity of the contribution of potential risk factors in malignant tumors of the trachea, bronchus and lung]. *Health risk analysis*, 2017, no. 1, pp. 45–55.
10. Künzli N. [et al.]. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: European assessment. *The Lancet*, 2000, vol. 356, no. 9232, pp. 795–801.
11. Treskova Yu.V. Ocenka stepeni opasnosti melkodispersnykh chastic v atmosfernom vozduhe i celesoobraznost' ih normirovaniya [Risk assessment of fine particles in ambient air and the appropriateness of their regulation]. *Molodoi uchyonyi*, 2016, no. 7, pp. 291–294. URL <https://moluch.ru/archive/111/27390/> (accessed 13 February 2018).
12. Levanchuk A.V. Gigienicheskoe obosnovanie vozdejstviya dorozhno-avtomobil'nogo kompleksa na atmosfernyj vozdukh zhiloy territorii [Justification the hygienic effects of road-motor complex on atmospheric air of the living area]: dissertation abstract ... MD: 14.02.01 – hygiene. Levanchuk Alexandr Vladimirovich. Saint Petersburg, 2017, 47 p.
13. May I.V., Zagorodnov S.Yu., Maks A.A., Zagorodnov M.Yu. Ocenka potencial'nogo zagryazneniya atmosfernogo vozduha melkodispersnymi chasticami v zone raspolozheniya mashinostroitel'nogo predpriyatiya [Assessment of the potential air pollution by fine particles in the machine-building enterprises]. *PNRPU. Urban development*, 2012, no. 2, pp. 109–118.
14. Ryzhakov S.A., Zaitseva N.V., May I.V., Alexeev V.B., Podluzhnaya M.Ya., Kiryanov D.A. Makroehkonomicheskij analiz poter' zdorov'ya, veroyatnostno obuslovlennykh ehmissiyami zagryaznyayushchih veshchestv v atmosfernyj vozdukh [Macroeconomic analysis of the health loss, probabilistic conditional emissions of polluting substances in atmospheric air]. *Perm medical journal*, 2009, vol. 26, no. 3, pp. 139–143.
15. Dockery D.W. and Pope C.A. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Ann. Rev. Public Health*, 1994, no. 15, pp. 107–132.
16. Wilson R., Spengler J. Particles in Our Air Concentration and Health Effects. Harvard School of Public Health, 1996, 265 p.

17. Onischenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A., Avaliani S.L., Bushtueva K.A. Osnovy ocenki risa dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii himicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchih okruzhayushchuyu sredu [Basics of risk evaluation for population health under exposure to chemical pollutants in environment]. Under editorship of Rakhmanin Yu.A., Onischenko G.G. Moscow: A.N.SysinResearch Institute for Human Ecology and Environment Hygiene, 2002, 408 p.

18. Zaitseva N.V., May I.V., Klein S.V. Optimizaciya programm nablyudeniya za kachestvom atmosfernogo vozduha selitebnyh territorij v sisteme social'no-gigienicheskogo monitoringa na baze prostranstvennogo analiza i ocenki riska dlya zdorov'ya naseleniya [Optimization of monitoring programs over ambient air quality on residential territories in the socio-hygienic monitoring system based on spatial analysis and assessment of the risk to public health]. *Perm medical journal*, 2010, vol. 27, no. 2, pp. 130–138.

Получено 7.03.2018

S. Zagorodnov

DUST CONTAMINATION OF THE ATMOSPHERIC AIR OF THE CITY AS AN UNDERVALUED RISK FACTOR TO HUMAN HEALTH

The relevance of this study is determined by the proven risk of air pollution by fine particles for human health and by the elevated levels of these impurities on the territories of urban settlements. The purpose of this study is to perform qualitative evaluation of RM10 and RM2.5 fine particles' content in the emissions of the enterprises located within the city boundaries and posing health risk for the residents of the surrounding residential zones. Instrumental analysis confirmed the presence of RM10 and RM2.5 fine dusts (up to 86% of RM2.5 of the total mass) in the emissions of industrial enterprises and motor vehicles in the city. The analysis of data obtained from Roshydromet observation posts for the period 2016 – 2017 confirmed the presence of dusts in the air of the city. The risk of disturbance of respiratory function among exposed inhabitants is characterized by the values of the hazard indexes up to RFC4.8 by RM2.5 and is assessed as unacceptable. Based on the results obtained, conclusions were drawn on the necessity of revision of the calculation methods to evaluate emissions of industrial enterprises and motor vehicles. It is shown that, at the legislative level, it is necessary to adopt approaches to the rationing of RM10 and RM2.5 fine dusts as a control measure for substances hazardous to human health. Industries with a high proportion of dust emissions should execute constant monitoring over suspended substances containing RM10 and RM2.5 fine particles. It is required to implement effective dust suppression measures on automobile road, in order to minimize risks to the health of the inhabitants of urban settlements.

Keywords: suspended substances, fractional composition, RM10, RM2.5, dust emissions, industrial enterprises, motor transport, fine particles rationing, health risk assessment.

Загороднов Сергей Юрьевич (Пермь, Россия) – старший научный сотрудник ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», (614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82, e-mail: Zagorodnov@fcrisk.ru).

Zagorodnov Sergey (Perm, Russian Federation) – Research Associate, Federal Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies» (614045, Perm, str. Monastyrskaya, 82, e-mail: Zagorodnov@fcrisk.ru).