

Оценка риска для здоровья при воздействии мелкодисперсной пыли в производственных условиях

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия 191036;

²ФГБОУ «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», Московский пр-т, 9, Санкт-Петербург, Россия, 190031;

³Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, Ташкент, ул. Адылходжаева, 1, Узбекистан, 100067

Введение. Представлены результаты исследования воздуха рабочей зоны при проведении теплоизоляционных работ. **Цель исследования** — оценка риска здоровью работающих в строительной отрасли и подвергающихся воздействию мелкодисперсной пыли.

Материалы и методы. Определено количество пылевых частиц различной дисперсности в воздухе рабочей зоны при осуществлении теплоизоляционных работ.

Результаты. Установлено, что условия труда при проведении теплоизоляционных работ в соответствии с действующей нормативной документацией классифицируются как вредные 3 класса 2 степени. Вредным фактором производственной среды является содержание пыли (в том числе мелкодисперсной PM_{10} и $PM_{2,5}$) в воздухе рабочей зоны (3.2). Качество воздуха рабочей зоны свидетельствует о длительном пребывании мелкодисперсной пыли в воздушной среде над территорией строительной площадки. В воздухе рабочей зоны при проведении теплоизоляционных работ обнаружена пыль различного дисперсного состава. Концентрация пыли более 10 мкм составила $8,2 \pm 1,3$ мг/м³, PM_{10} — $1,8 \pm 0,4$ мг/м³, $PM_{2,5}$ — $1,25 \pm 0,2$ мг/м³.

Выводы. Полученные в эксперименте результаты позволяют определить безопасную продолжительность рабочего стажа под воздействием вредного фактора производственной среды (по величине допустимого риска здоровью) при различной продолжительности контакта с ним в течение суток.

Ключевые слова: риск здоровью; мелкодисперсная пыль; воздух рабочей зоны; пылевая нагрузка

Для цитирования: Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Турсунов З.Ш. Оценка риска для здоровья при воздействии мелкодисперсной пыли в производственных условиях. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-458-462>

Для корреспонденции: Копытенкова Ольга Ивановна, гл. науч. сотр. отдела анализа риска здоровью населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья». E-mail: 5726164@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Olga I. Kopytenkova^{1,2}, Aleksandr B. Levanchuk², Zakir Sh. Tursunov^{2,3}

Health risk assessment for exposure to fine dust in production conditions

¹North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia 191036;

²Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, Russia, 190031;

³Institute of railway transport engineers, 1, Odilhodjaeva str., Tashkent, Uzbekistan, 100067

Introduction. The results of the study of the working area air during thermal insulation works are presented.

The aim of the study was to assess the health risk of workers in the construction industry and exposed to fine dust.

Materials and methods. The number of dust particles of different dispersion in the air of the working area in the implementation of thermal insulation works is determined.

Results. It is established that the working conditions during the thermal insulation works in accordance with the current regulatory documentation are classified as harmful 3 class 2 degree. Harmful factor of the production environment is dust (including PM_{10} and fine $PM_{2,5}$) in air of working zone (3.2). The air quality of the working area indicates a long stay of fine dust in the air over the territory of the construction site. Dust of different dispersed composition was found in the air of the working area during thermal insulation works. The dust concentration is more than 10 μ m was 8.2 ± 1.3 mg/m³, PM_{10} and 1.8 ± 0.4 mg/m³, $PM_{2,5}$ — 1.25 ± 0.2 mg/m³.

Conclusions. The results obtained in the experiment make it possible to determine the safe duration of the working experience under the influence of a harmful factor of the working environment (in terms of the permissible health risk) with different duration of contact with it during the day.

Key words: health risk; fine dust; working area air; dust load

For citation: Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V., Tursunov Z.Sh. Health risk assessment for exposure to fine dust in production conditions. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-458-462>

For correspondence: Olga I. Kopytenkova, Chief researcher of Department of health risk analysis of North-West Public Health Research Center. E-mail: 5726164@mail.ru

Funding: The study had no funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Введение. Мелкодисперсная пыль в воздухе рабочей зоны строительного производства является одним из наиболее распространенных и наименее изученных неблагоприятных факторов. В воздухе рабочей зоны одновременно идентифицируется пыль разных размеров: до 2 мкм — 60–80%, 2–5 мкм — 10–20%, свыше 10 мкм — до 10% и различного химического состава [1,2].

Мелкодисперсная пыль преимущественно несет отрицательный заряд [3]. Известно, что одноименные заряды обеспечивают стабильность аэрозоля [1,2]. Вместе с тем отрицательные пылевые частицы по сравнению с нейтральными лучше задерживаются в органах дыхания (ОД) и, как следствие, проявляют свое негативное действие на здоровье работающих. Доля мелкодисперсной фракции пыли (РМ — частиц) в среднем составляет две трети (65–70%) [1].

Профессиональные заболевания верхних дыхательных путей (хронический бронхит, пневмокониоз, аллергические реакции) являются наиболее распространенными среди профессиональных патологий у лиц, работающих в контакте с пылью [3]. В условиях нарушения гигиенических требований к уровню загрязнения воздуха рабочей зоны пылевыми частицами период формирования патологии может составлять 8–10 лет и более, в зависимости от кратности превышения ПДК [4].

Состав пыли зависит от технологического процесса и определяет характер ее неблагоприятного действия. Пылевые частицы оказывают физико-химическое действие на организм работающих. Химический состав пылевых частиц определяет токсическое, раздражающее, фиброгенное, а также в ряде случаев аллергенное или канцерогенное действие [4–6]. По характеру физико-химического действия на ткани верхних дыхательных путей пылевые частицы могут быть классифицированы как аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД), которые вызывают не только патологию дыхательной системы (ДС), но и изменения функции сердечно-сосудистой системы (ССС) [2].

Отсутствие в настоящее время гигиенических нормативов для мелкодисперсной пыли в воздухе рабочей зоны препятствует гигиенической оценке и оценке риска здоровью работающих в условиях ее воздействия.

Цель исследования — определение безопасной продолжительности рабочего стажа в условиях воздействия пыли различной концентрации на основе использования методологии оценки эволюционного риска.

Материалы и методы. Для характеристики воздуха рабочей зоны осуществлялся отбор проб на протяжении 8 часов аспиратором АВА — 3–180–001А, со скоростью 25 л/мин, на фильтры АФА — ВП — 10. Определение количества пыли, уловленной из отобранного для исследования объема воздуха, проводилось гравиметрическим методом. Концентрации РМ₁₀ и РМ_{2,5} в воздухе рабочей зоны определялись пылемером модели «ОМПН — 10.0». Оценка результатов проводилась в соответствии с ГН 2.2.5.3532–18 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Воздействие АПФД на органы дыхания за период контакта работающего оценено на основе показателя «пылевая нагрузка» (ПН) [7]. В соответствии с действующим в данной части гигиеническим нормативом Р 2.2.2006–05 [7] пылевая нагрузка рассчитывается при следующих показателях: среднесменных ПДК и среднесменных концентраций АПФД вредных веществ в воздухе рабочей зоны, относящихся к аэрозолям фиброгенного действия. Расчет проводится для периода реального или предполагаемого контакта. В расчете используется объем легочной вентиля-

ции в зависимости от тяжести трудового процесса и продолжительность контакта с АПФД.

В соответствии с Р 2.2.2006–05 [7,8] определен контрольный уровень ПН по ф-ле:

$$\text{КПН} = \text{ПДК}_{\text{cc}} \times T \times S \times V_{(4)}, \quad (1)$$

где КПН — контрольная пылевая нагрузка [5]; ПДК_{cc} — среднесменная предельно допустимая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны, мг/м³; T — число 8-часовых рабочих смен в календарном году; S — число лет контакта с АПФД; V₍₄₎ — объем вентиляции легких в течение 8-часовой смены при выполнении работ категории Ia–Iб — 4 м³

Рассчитан фактический уровень пылевой нагрузки, которая формируется при фактической среднесменной концентрации пыли в течение всего периода профессионального контакта и среднегодовой концентрации в атмосферном воздухе:

$$\text{ФПН}_i = \text{ФПН}_{\text{р.з.}} + \text{ФПН}_{\text{а.в.}} \quad (2)$$

где ФПН_{р.з.} — расчетный фактический уровень пылевой нагрузки за рабочую смену; ФПН_{а.в.} — расчетный фактический уровень пылевой нагрузки во вне рабочее время.

Для обоснования концентрации мелкодисперсной пыли, которую можно использовать в качестве критерия, для гигиенической оценки условий труда при расчете показателей риска развития профессионального заболевания использованы усредненные величины объемов вентиляции легких при осуществлении работ различной категории (по показателю энергозатрат) [7]. Для работ категории Ia–Iб — V₍₄₎ рекомендован 4 м³; для категории Ia–Iб — V₍₇₎ — 7 м³; для категории III — V₍₁₀₎ — 10 м³.

С помощью модификации ф-лы 1 были рассчитаны продолжительность допустимого стажа и/или допустимая продолжительность одной смены работника в контакте с мелкодисперсной пылью. Чтобы рассчитать допустимую продолжительность стажа (St) при воздействии определенной концентрации i-й фракции пыли, можно воспользоваться ф-лой:

$$\text{St} = (\text{КПН}_i / \text{ФПН}_i) \times S, \quad (3)$$

где: КПН_i — контрольный уровень пылевой нагрузки одной фракции мелкодисперсной пыли; ФПН_i — фактический уровень пылевой нагрузки данной мелкодисперсной фракции пыли.

Для определения допустимой (безвредной) продолжительности смены (Sm) при воздействии определенной концентрации мелкодисперсной фракции пыли можно воспользоваться ф-лой:

$$\text{Sm}_i = (\text{КПН}_i / \text{ФПН}_i) \times t_{\text{норма}} \quad (4)$$

где t_{норма} — нормированная продолжительность рабочей смены (t_{норма} = 8 час).

Фактический уровень пылевой нагрузки в рабочее время — это пылевая нагрузка, которая сформируется за период рабочей смены в условиях фактического превышения реальной концентрации среднесменной ПДК пыли в течение всего периода профессионального контакта с ней. Расчеты можно провести с помощью ф-лы:

$$\text{ФПН}_i = \text{Kr}_1 (t_{\text{факт}} / t_{\text{норма}}) \times T \times S \times V_{(7)}, \quad (5)$$

где Kr₁ — кратность превышения реальных среднесменных концентраций ПДК_{cc} пыли (раз); t_{факт} — фактическая продолжительность рабочей смены (t_{факт} = 8–12), час.

Обозначения T, S, V аналогичны ф-ле 1.

Фактический уровень пылевой нагрузки во вне рабочее время определяется концентрацией пылевых частиц в ат-

мосферном воздухе, продолжительностью стажа и годового объема легочной вентиляции.

$$\Phi_{ПН_2} = K_{r_2} \times S \times Z, \quad (6)$$

где K_{r_2} — кратность превышения реальной концентрации пылевых частиц в атмосферном воздухе их ПДК_{ав}. Для расчетов принято:

$$K_{r_2} = 0,5 \times \text{ПДК}_{а.в.}$$

где ПДК_{ав} — среднесуточная ПДК мелкодисперсной фракции атмосферы воздуха (ПДК_{ав} = 0,04 мг/м³); 0,5 — коэффициент концентрации мелкодисперсной фракции мелкодисперсных частиц, принятый для селитебных территорий городских поселений; Z — годовой объем легочной вентиляции.

Объем (м³) годовой вентиляции легких можно рассчитать с помощью ф-лы:

$$Z = Z_{\text{нерабоч. дни}} + Z_{\text{нерабоч. время}} \quad (7)$$

где $Z_{\text{нерабоч. дни}}$ — объем годовой вентиляции легких в нерабочие дни; $Z_{\text{нерабоч. вр.}}$ — объем годовой вентиляции легких во вне рабочее время в рабочие дни.

Усредненный объем годовой вентиляции легких в нерабочие дни рассчитывается с учетом количества нерабочих дней, количества часов отдыха между рабочими сменами и средней вентиляции легких для категории работ Ia-Iб — $V_{(4)} 4 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

Предпринята попытка разработки экспресс метода оценки риска развития патологии сердечно-сосудистой системы (ССС) у работающих при воздействии на них мелкодисперсной пыли (PM₁₀ и PM_{2,5}).

В программу исследования вошли количественная характеристика загрязнения воздуха рабочей зоны при фасадных облицовочных и термо-изолировочных работах пылевыми частицами (в том числе PM₁₀ и PM_{2,5}), статистический анализ 40 амбулаторных карт и эпикризов клиники профпатологии, оценка риска здоровью работника.

Таблица 1 / Table 1

Изменения концентрации пыли при теплоизоляционных работах в зависимости от влажности атмосферного воздуха (на расстоянии 15 м от источника) (кратность превышения критерия оценки)

Changes in the dust concentration during thermal insulation works depending on the humidity of the air (at a distance of 15 meters from the source) (the multiplicity of excess)

Тип пыли	Влажность воздуха (%)					
	40	50	60	70	80	90
ТЧ	4,6 ± 0,5	3,9 ± 0,4	3,2 ± 0,4	2,6 ± 0,2	2,1 ± 0,2	1,7 ± 0,1
PM ₁₀	4,2 ± 1,2	3,9 ± 0,8	3,4 ± 0,7	3,4 ± 0,5	3,2 ± 0,5	3,0 ± 0,3
PM _{2,5}	3,8 ± 1,6	3,6 ± 1,5	3,2 ± 1,1	2,9 ± 0,9	2,7 ± 0,6	2,6 ± 0,5

Таблица 2 / Table 2

Изменение концентрации пыли в воздушной среде на территории строительной площадки при влажности атмосферного воздуха 42±17%, скорости движения воздуха 1,5±1,2 м/с при производстве теплоизоляционных работ (кратность превышения критерия оценки)

Change of dust concentration in the air on the territory of the construction site at atmospheric humidity 42±17%, air velocity 1.5 ± 1.2 m/s in the production of thermal insulation works (the multiplicity of excess)

Тип пыли	Расстояние от источника (м)					
	0	10	15	20	25	30
PM ₁₀	6,1 ± 2,0	5,6 ± 1,1	5,3 ± 1,7	5,4 ± 1,2	5,2 ± 1,4	4,5 ± 1,1
PM _{2,5}	4,8 ± 1,3	4,1 ± 1,2	4,6 ± 1,1	4,2 ± 1,0	3,9 ± 0,9	3,8 ± 0,7
ТЧ	5,1 ± 1,3	4,2 ± 1,2	3,5 ± 1,1	2,8 ± 0,9	2,2 ± 0,7	1,0 ± 0,2

Таблица 3 / Table 3

Продолжительность, лет, безопасного рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью с учетом продолжительности смены

Duration, years, of safe work experience in conditions of acceptable health risk, taking into account the duration of the shift

Превышение критерия	Продолжительность рабочей смены (час)				
	8	9	10	11	12
1	13,85	12,37	11,18	10,19	9,37
2	7,03	6,27	5,65	5,14	4,72
3	4,71	4,20	3,78	3,44	3,16
4	3,54	3,15	2,84	2,59	2,37
5	2,84	2,53	2,28	2,07	1,90
6	2,37	2,11	1,90	1,73	1,58
7	2,03	1,81	1,63	1,48	1,36
8	1,78	1,58	1,42	1,30	1,19
9	1,58	1,41	1,27	1,15	1,06
10	1,42	1,27	1,14	1,04	0,95

Статистический анализ амбулаторных карт и эпикризов лиц с диагнозом пылевой профессиональной патологии проведен с помощью пакета прикладных программ SPSS Statistics 17.0. Специальная оценка условий труда проведена в соответствии с Приказом МТ и СЗ РФ №33н от 24.01.2014 г. Оценка риска здоровью работающих рассчитана в соответствии с МР 2.1.10.0062–12 [9].

Результаты. В воздухе рабочей зоны при проведении теплоизоляционных работ обнаружена пыль в концентрации $8,2 \pm 1,3$ мг/м³, РМ₁₀ в концентрации $1,8 \pm 0,4$ мг/м³, РМ_{2,5} в концентрации $1,25 \pm 0,2$ мг/м³ (табл. 1,2). В соответствии с нормативами Российской Федерации для воздуха рабочей зоны ПДК мелкодисперсной пыли отсутствует. В литературе имеются указания на безпороговый характер воздействия РМ частиц [2]. Для расчетов при оценке среднесменной концентрации мелкодисперсной пыли в рабочей зоне (РМ₁₀ и РМ_{2,5}), а также расчета показателя риска здоровью приняты концентрации, которые целесообразно использовать для расчета риска здоровью работающих (ПДК_{СС а.в.}).

При проведении теплоизоляционных работ на расстоянии более 30 метров от места проведения работ РМ₁₀ и РМ_{2,5} идентифицируются в концентрациях, превышающих принятый для расчета критерий в 4,5 и 3,8 раза соответственно. Это указывает на длительное пребывание мелкодисперсных пылевых частиц в воздухе рабочей зоны и на прилегающей территории строительной площадки, что может указывать на высокую вероятность воздействия мелкодисперсных пылевых частиц на работающих смежных специальностей.

Результаты расчетов, проведенных для выявления зависимости продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью от изменения среднесменной концентрации

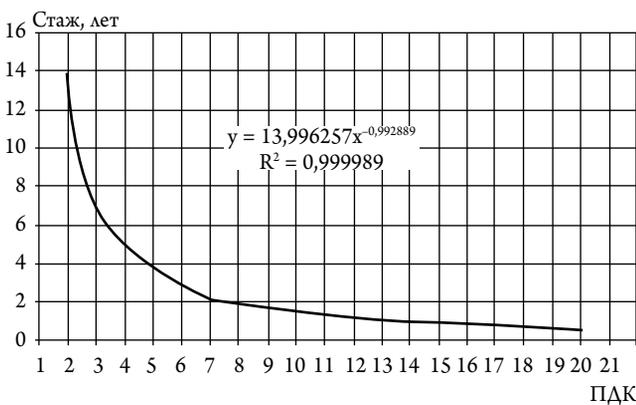


Рис. 1. Зависимость продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью от кратности превышения ПДК

Fig. 1. The dependence of the experience in terms of acceptable risk to health from the excess over MPC

ПДК пыли (с учетом всех фракций ТЧ, РМ₁₀ и РМ_{2,5}) и продолжительности смены, представлены в таблицах 3,4 и на рисунках 1,2.

Расчет суммарной пылевой нагрузки за периоды рабочего и вне рабочего времени позволяет выявить реальный риск возникновения как патологии верхних дыхательных путей, так и патологии ССС у работающих, занятых на теплоизоляционных работах.

Системой, испытывающей негативное воздействие (по данным кардиологической ассоциации) [2,10], является не только ДС, но и ССС.

Анализ результатов обследования 40 пациентов клиники профпатологии «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», занятых на строительных работах в контакте с пылевыми частицами, выявил уменьшение содержания Са 1,3 раза ($1,74 \pm 0,073$) в бестромбоцитарной плазме. Это может указывать на увеличение процессов вязкого метаморфоза тромбоцитов. Определены статистически значимое уменьшение содержания эритроцитов в периферической крови обследованных и на фоне высокого гемоглобина ($125,4 \pm 0,53$ г/л) некоторое увеличение содержания общего билирубина ($15,79 \pm 0,062$ ммоль/л). Это может указывать на увеличение повреждения фосфолипидных мембран эритроцитов. Вместе с тем у обследованных пациентов обнаружены изменения в качественном и количественном составе макрофагов, признаки сенсibilизации, а также симптомы гипертонической болезни I или II степени.

Анализ проявлений патологии ССС и величины расчетной пылевой нагрузки в зависимости от стажа работы в условиях загрязненного пылью воздуха рабочей зоны дал возможность верифицировать модель расчета риска возникновения патологии ССС при воздействии пылевых

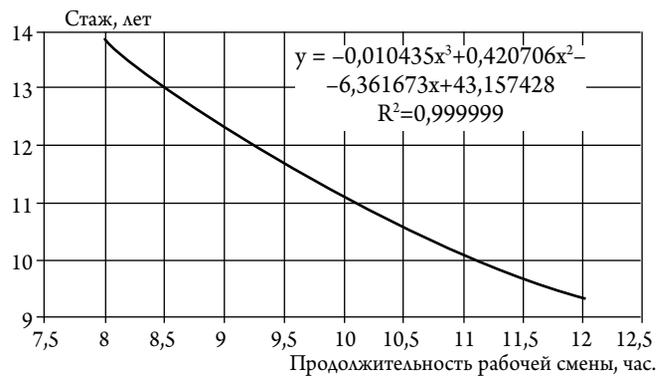


Рис. 2. Зависимость продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью от продолжительности рабочей смены

Fig. 2. Dependence of the length of working experience in conditions of acceptable health risk on the duration of the work shift

Таблица 4 / Table 4

Величина риска патологии сердечно-сосудистой системы при работе в условиях воздействия мелкодисперсной пыли (РМ₁₀ и РМ_{2,5})

The magnitude of the risk of pathology of the cardiovascular system when working in conditions of exposure to fine dusts (РМ₁₀ and РМ_{2,5})

Превышение критерия	Риск при достижении стажа, лет		
	умеренный до 0,35	высокий 0,6	очень высокий 0,8 и более
3	20	21–31	32 и более
4	6	7–18	19 и более
5	До 4	5–10	11 и более
6 и более	До 2	3–4	5 и более

частиц ($PM_{10-2.5}$) [9] и предложить диаграмму для экспресс-метода оценки риска развития патологии ССС.

В расчетах учтены элементы эволюционной модели, отражающей систему накопления риска нарушений сердечно-сосудистой системы за счет естественных причин [9,11,12].

Эволюционная модель позволяет рассчитывать риск на любой заданный момент времени. В начальный момент времени значение риска принимается равным 0,01 [9]. Есть возможность прогнозирования на период ожидаемой продолжительности стажа работы на основе известной экспозиции мелкодисперсной пыли минеральной ваты во времени [9,11].

Результаты использования представленной зависимости позволили составить таблицу для экспресс-метода оценки риска развития патологии сердечно-сосудистой системы у работающих при воздействии на них мелкодисперсной пыли (PM_{10} и $PM_{2.5}$). Результаты представлены в таблице 4.

Установлено, что работники, имеющие контакт с мелкодисперсной пылью в концентрациях $1,8 \pm 0,4$ мг/м³, через 4 года стажа формируют группу высокого риска возникновения патологии ССС, через 14 лет работы в таких условиях риск патологии ССС становится очень высоким.

Выводы:

1. Условия труда при проведении теплоизоляционных работ классифицируются как вредные 3 класса 2 степени. Вредным фактором производственной среды является содержание пыли (в том числе мелкодисперсной PM_{10} и $PM_{2.5}$) в воздухе рабочей зоны (3.2). Характеристика воздуха рабочей зоны свидетельствует о длительном пребывании мелкодисперсной пыли в воздушной среде над территорией строительной площадки. Темп снижения уровня загрязнения воздушной среды мелкодисперсными фракциями значительно ниже по сравнению с темпом снижения уровня загрязнения ТЧ.

2. В воздухе рабочей зоны при проведении теплоизоляционных работ обнаружена пыль в концентрации $8,2 \pm 1,3$ мг/м³, PM_{10} — $1,8 \pm 0,4$ мг/м³, $PM_{2.5}$ — $1,25 \pm 0,2$ мг/м³.

3. Выявленные зависимости позволяют определить безопасную продолжительность рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью под воздействием вредного фактора производственной среды, определенной интенсивности (превышающей ПДК), при различной продолжительности контакта с ним в течение суток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Burnett R.T., Cakmak S., Brook J.R., Krewski D. The role of particulate size and chemistry in the association between summertime ambient air pollution and hospitalization for cardiorespiratory disease. *Environ. Health Perspect.* 1997; 105 (6): 614–20.

2. Pope C.A. Epidemiology of fine particulate air pollution and human health: biologic mechanisms and who's at risk. *Environmental Health Perspectives.* 2000; 108 (4): 713–23.

3. *Профессиональный риск для здоровья работников (Руководство)*. Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. М.: Тривант; 2003.

4. Муртонен М. Оценка рисков на рабочем месте. Практическое пособие. Тампере. 2007. Субрегиональное бюро МОТ.

5. Турсунов З.Ш. Перспективные направления совершенствования оценки условий труда при использовании минеральной ваты. Профилактическая медицина. 2012: Материалы конференции 28 ноября 2012 г. А.В. Силин. СЗГМУ им. И.И. Мечникова; 2012: 107–8.

6. Agency for Toxic Substance and Disease Registry. *Toxicological profile for synthetic vitreous fibers*. Atlanta, GA : ATSDR. (2004). <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp161.html>.

7. Р 2.2.2006–05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

8. Приказ Минтруда России №33н от 24 января 2014 г. «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

9. МР 2.1.10.0062–12. «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей».

10. *European Agency for Safety and Health at Work: Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health*. Emmanuelle Brun. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2008

11. Турсунов З.Ш. Актуальные вопросы оценки риска ущерба для здоровья при воздействии мелкодисперсной пыли минеральной ваты. *Казанский мед. журнал.* 2014; 95(4): 570–74.

12. *Framework plan for the organization of monitoring of suspended substances in the atmosphere in Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia*. The WHO European centre for environment and health, Bonn; 2006.

REFERENCES

1. Burnett R.T., Cakmak S., Brook J.R., Krewski D. The role of particulate size and chemistry in the association between summertime ambient air pollution and hospitalization for cardiorespiratory disease. *Environ. Health Perspect.* 1997; 105 (6): 614–20.

2. Pope C.A. Epidemiology of fine particulate air pollution and human health: biologic mechanisms and who's at risk. *Environmental Health Perspectives.* 2000; 108 (4): 713–23.

3. Occupational health risk for workers (Management). Ed.F. Izmerov and E. I. Denisov. M.: Troant; 2003. (in Russian).

4. Murtonen, M. *Workplace risk Assessment — a practical guide*. Tampere; 2007. The ILO subregional office (in Russian).

5. Tursunov Z. Sh. Perspective directions of improvement of an assessment of working conditions at use of mineral wool. Preventive medicine. 2012: Materials of conference on November 28, 2012. Edited by A. V. Silina. I. I. Mechnikov Northwestern state medical University, 2012: 107–8 (in Russian).

6. Agency for Toxic Substance and Disease Registry, *Toxicological profile for synthetic vitreous fibers*. Atlanta; GA: ATSDR. (2004). <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp161.html>.

7. Р 2.2.2006–05. Occupational health. Guidelines for the hygienic assessment of the working environment and labor process. Criteria and classification of working conditions (in Russian).

8. About the statement of the Technique of carrying out the special assessment of working conditions, the Classifier of harmful and (or) dangerous production factors, the report form on carrying out the special assessment of working conditions and the instruction on its filling: the Order of Mines. labor and social. protection Grew. Federation of January 24, 2014 No. 33n: registered in the Ministry of justice.

9. МР 2.1.10.0062–12. “Quantification of non-carcinogenic risk from exposure to chemicals through the construction of evolutionary models” (in Russian).

10. *European Agency for Safety and Health at Work: Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health*. Emmanuelle Brun. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2008

11. Tursunov Z.Sh. Topical issues of health damage risk assessment under the influence of fine dust of mineral wool. *Kazan medical journal.* 2014; 95 (4): 570–4. (in Russian).

12. *Framework plan for the organization of monitoring of suspended substances in the atmosphere in Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia*. The WHO European centre for environment and health, Bonn; 2006.

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019