

Плеханов В.П.¹, Кирьянова М.Н.¹, Фролова Н.М.^{1,2}, Редченко А.В.³, Маркова О.Л.¹, Иванова Е.В.¹

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ РАБОТАЮЩИХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРРОСПЛАВОВ

¹ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия;

² ГБУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, 191015, Санкт-Петербург, Россия;

³ Территориальный отдел Управления Роспотребнадзора по Ленинградской области в Тихвинском районе, 187555, Тихвин, Россия

В статье представлены результаты комплексной гигиенической оценки профессионального риска здоровью работающих в производстве высокоуглеродистого феррохрома с определением групп риска по показателям заболеваемости с временной утратой трудоспособности в зависимости от возраста и стажа работы плавильщиков, горновых, шлаковщиков, дозирщиков, машинистов крана, разбивщиков ферросплавов, электродчиков и других работников плавильного цеха. Гигиенические исследования включали измерения физических и химических факторов рабочей среды: уровней шума, общей и локальной вибрации, электромагнитных полей, параметров микроклимата (температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового излучения, определение индекса тепловой нагрузки среды, искусственной освещённости, концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия в воздухе рабочей зоны и нейтральных точках производственных помещений с расчётом среднесменных и концентраций химических веществ: оксидов кальция, магнезия, дижелезо триоксида, дихром триоксида, хром (VI) триоксида, диалюминий триоксида, диоксида азота, диоксида серы и оксида углерода. Проведены хронометражные исследования для определения тяжести и напряжённости трудового процесса основных профессий. В результате исследований условия труда основных профессиональных групп плавильного цеха оценены как вредные и опасные – 3 класс II и III степени. Факторы, определяющие класс условий труда: неблагоприятный микроклимат, шум и загрязнение воздушной среды пылью; тяжесть трудового процесса работающих всех основных профессий относится к 3 классу I степени. Условия труда работников, составивших группу сравнения и не имевших контакта с вредными производственными факторами плавильного цеха, оценивались как допустимые. Приведены результаты анализа темпов возрастного и стажевого увеличения риска заболеваний (годового прироста риска) работающих с 2007 по 2016 гг. Выявлена прямая статистически достоверная этиологическая связь между условиями труда и заболеваемостью работников плавильного цеха, годовой прирост числа случаев заболеваний в стажевых группах достоверно выше, чем в возрастных.

Ключевые слова: производство высокоуглеродистого феррохрома; условия труда; профессиональный риск, общая заболеваемость, возраст работника, стаж работы.

Для цитирования: Плеханов В.П., Кирьянова М.Н., Фролова Н.М., Редченко А.В., Маркова О.Л., Иванова Е.В. Оценка профессионального риска здоровью работающих при производстве ферросплавов. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(7): 682-685. DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-7-682-685>

Для корреспонденции: Плеханов Владимир Павлович, науч. сотр. отдела гигиены ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья». E-mail: wplekhanov@bk.ru

Plekhanov V.P.¹, Kir'yanova M.N.¹, Frolova N.M.^{1,2}, Redchenko A.V.³, Markova O.L.¹, Ivanova E.V.¹

ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL HEALTH RISK IN FERROALLOY PLANT

¹North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation;

²North-Western State Medical University named after I. Mechnikov, Saint-Petersburg, 191015, Russian Federation;

³Territorial Department of Consumers' Rights Protection Administration for Leningrad Region in Tikhvin District, Tikhvin, 187555, Russian Federation

Findings of comprehensive assessment of occupational health risks in high-carbon ferrochrome production workers are reported. Groups of occupation- and employment duration related risk according to the general morbidity rate depending on the age and employment duration among smelters, blast-furnace keepers, cinder-men, batchers, crane operators, ferroalloy crushers, electrode operators and other smelter workers were identified. Hygienic studies covered the measurement of the following physical and chemical workplace factors: noise, whole-body and local vibration levels, electromagnetic fields and microclimate parameters (temperature, relative humidity, air speed, heat radiation intensity, environmental heat load index), artificial illumination, aerosol concentrations in workplace air and in neutral points of workrooms, average shift aerosol concentrations being calculated, and chemicals concentrations: calcium oxide, magnesium oxide, ferric iron oxide, chromic oxide, chromium anhydride, aluminium oxide, nitrogen dioxide, sulphur dioxide and carbon monoxide. Time-keeping study to evaluate the hardness of the working process and intensity in main occupations was carried out. Our studies revealed working conditions of major smelter occupational groups to be evaluated as harmful and dangerous: 3rd class, 2nd degree. Microclimate (heat radiation, low ambient air temperatures, noise and environmental dust pollution were reported to be the most unfavorable working conditions; the hardness of the working process heaviness of all major occupational groups were classified as 3rd class, 1st degree. Working conditions of control group workers unexposed to harmful occupational factors of smelter shop were estimated as allowable. Findings on the risk for the gain in the morbidity rate (annual gain in the risk) depending on age and employment duration for the period of 2007-2016 are reported. The direct statistically reliable

relationship between the increased disease incidence on age and employment duration is revealed; annual gain in the disease incidence rate is shown.

Key words: *high-carbon ferrochrome production; working conditions; occupational risks; general disease incidence; employee age; employment duration*

For citation: Plekhanov V.P., Kir'yanova M.N., Frolova N.M., Redchenko A.V., Markova O.L., Ivanova E.V. Assessment of occupational health risk in ferroalloy plant. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(7): 682-685. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-7-682-685>

For correspondence: *Vladimir P. Plekhanov*, MD, researcher, of the Hygiene department, North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: wplekhanov@bk.ru

Information about authors:

Plekhanov V.P., <http://orcid.org/0000-0002-8141-7179>; Kir'yanova M.N., <http://orcid.org/0000-0001-9037-0301>;

Frolova N.M., <http://orcid.org/0000-0001-6973-6479>; Redchenko A.V., <http://orcid.org/0000-0002-8986-7238>;

Markova O.L., <http://orcid.org/0000-0002-4727-7950>; Ivanova E.V., <http://orcid.org/0000-0001-9461-9979>.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 15.03.17

Accepted: 05.07.17

Введение

Современное производство ферросплавов находится под пристальным вниманием специалистов системы здравоохранения, что связано с невозможностью исключения неблагоприятного воздействия производственных факторов на организм работающих. Очень важна комплексная оценка профессионального риска здоровью трудящихся в производстве ферросплавов, с определением профессиональных и стажевых групп риска, прогнозная оценка развития профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний [1–4].

Приоритетные гигиенические факторы для данного производства – не только аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД), содержащие диоксид кремния кристаллический, металлы, но и интенсивное инфракрасное излучение, неблагоприятные микроклиматические условия, шум [5, 6].

Цель исследования – гигиеническое обоснование оценки профессионального риска здоровью рабочих производства ферросплавов.

Задача – оценить и выявить профессиональный риск здоровью работающих при сочетанном влиянии факторов производственной среды на основе результатов гигиенических исследований и данных заболеваемости с временной утратой трудоспособности, выявить возрастную динамику прироста показателя заболеваемости рабочих основных профессиональных групп за 10 лет.

Материал и методы

Работа основана на результатах гигиенической оценки условий и характера труда представителей основных рабочих профессий.

Исследования включали измерения физических и химических факторов рабочей среды: уровней шума, общей и локальной вибрации, электромагнитных полей, параметров микроклимата (температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового излучения, определение индекса ТНС), искусственной освещенности, концентрации АПФД в воздухе рабочей зоны и нейтральных точках производственных помещений с расчетом среднесменных значений и концентраций химических веществ: оксидов кальция, магния, диоксида триоксида, дихром триоксида, хром (VI) триоксида, диоксида алюминия триоксида, диоксида азота, диоксида серы и оксида углерода. Исследования осуществлялись на рабочих местах представителей основных профессиональных групп в плавильном цехе. Проведены хронометражные наблюдения для определения тяжести и напряженности трудового процесса рабочих основных профессий, всего оценено 330 показателей. Оценку классов условий труда работающих рассчитывали в соответствии с руководством Р 2.2.2006–05 [7].

Исследование по оценке профессионального риска здоровью проведено по показателям заболеваемости (ЗВУТ) работников предприятия на основании данных отдела кадров о больничных листах за 2007–2016 гг. Критерием отнесения

работников к категории «больной» был выбран факт заболевания работника 3 раза в год и более, остальных относили к категории «здоровый». Сравнимые группы составлены из работников с разными условиями труда: основная группа ($n = 188$) – работники плавильного цеха: горновые, плавильщики, дозировщики, машинисты крана, разливщики ферросплавов, шлаковщики, электродчики; контрольная группа ($n = 370$) – работники вспомогательных подразделений и служб предприятия: станочники, операторы и др.

Расчет показателя относительного риска (rr) и доверительного интервала (ДИ) был выполнен по 4 возрастным и 3 стажевым группам с помощью программы StatCalc (EpiInfo), предлагаемой ВОЗ (<http://www.who.int/chp/steps/resources/EpiInfo/en/>). В качестве показателя воздействия учитывали работу в плавильном цехе при классе вредности условий труда 3.2–3.3, а силу воздействия оценивали по стажу работы. Были сформированы 3 стажевые группы: 1–2 года, 3–4 года и 4–6 лет. При формировании групп использовали методические подходы оценки риска, изложенные в работах ряда авторов [8–10]. Для определения достоверности связи воздействия – заболевание использовали критерий соответствия хи-квадрат Пирсона (χ^2) и доверительный интервал (ДИ), точный критерий Фишера (F), уровнем статистической значимости принимали значение $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

На 1-м этапе была проведена комплексная оценка условий труда плавильщиков ферросплавов и горновых ферросплавных печей, непосредственно обеспечивающих процесс выплавки и розлива металла в условиях воздействия неблагоприятных факторов производственной среды: теплового излучения, загрязненной воздушной среды АПФД с содержанием диоксида кремния от 10 до 70%, повышенных уровней шума, тяжести трудового процесса.

Плавильщик осуществляет процесс выплавки ферросплавов, включающий ряд разнообразных трудовых операций: контроль компонентов шихты, состояния оборудования, технологического режима работы печи, процесса выпуска металла и шлака, розлива металла в изложницу, корректировку хода плавки, отбор проб шлака на анализ, разбраковку остывшего металла, зачистку печных карманов, уборку просыпей шихты.

Горновые ферросплавных печей обслуживают процессы выпуска металла и шлака из электропечи, розлива металла в изложницу и остывания полученных слитков, обеспечивают постоянную готовность оборудования, необходимого для проведения этих процессов (горна электропечи, шлаковен, ковшей, изложниц и др.).

Выполнение плавильщиком и горновыми ферросплавных печей работ в непосредственной близости от расплавленного и остывающего металла занимает до половины рабочего времени смены.

Ведущий неблагоприятный фактор для данных профессий – тепловое излучение – характеризуется уровнями среднесмен-

Таблица 1

Риск заболевания в группах в зависимости от возраста

Возрастная группа, годы	Основная			Контрольная			RR (95% ДИ)
	больные	всего	%	больные	всего	%	
20–29	23	68	33,8	23	95	24,2	1,39 (0,858–2,27)
30–39	21	52	40,4	38	128	29,7	1,36 (0,889–2,8)
40–49	12	33	36,4	24	78	30,8	1,18 (0,67–2,07)
50–59	14	35	40,0	8	44	18,2	2,2 (1,04–4,64)
Всего по группам	70	188	37,2	93	345	27,0	1,43 (1,1–1,85)

Примечание. Критерий условной независимости Мантеля–Хенцеля: $\chi^2 = 6,47$; $p = 0,01$; критерий линейности связи Мантеля: $\chi^2 = 6,04$; $p = 0,014$.

ной интенсивности 1535 Вт/м² на рабочем месте плавильщика и 1550 Вт/м² – горновыж. Уровни теплового излучения при выпуске сплава и шлака из печи варьировали от 3000 до 10 000 Вт/м², при розливе металла от 2400 до 3200 Вт/м², при остывании металла от 4800 до 300 Вт/м²; оценка данного фактора соответствует 3 классу II степени. При соответствии среднесменной температуры воздуха допустимым диапазонам (для холодного периода года) перепады по горизонтали в течение смены достигали от 14,5 до 17,3°C и были значительно выше допустимых для категорий выполняемых работ (5 °C), подвижность воздуха достигала 0,9 м/с при допустимых не более 0,4 м/с, что связано со значительным объемом помещения цеха, постоянно открытыми по технологическим причинам транспортными проемами.

Концентрации АПФД с содержанием диоксида кремния 10–70% в воздушной среде (фоновые в помещении цеха) составляли 0,3–3 мг/м³; в рабочей зоне: при разбраковке металла – 5,3–8 мг/м³, у печи при выпуске металла 2–3 мг/м³; при подготовке к выпуску – 0,3–1,2 мг/м³, при розливе металла 1,8–3,5 мг/м³; рассчитанные среднесменные концентрации пыли для работающих данной профессиональной группы составляли 2,6–3 мг/м³ при ПДК 2 мг/м³ (превышение в 1,3–1,5 раза).

Уровни непостоянного шума, создаваемого работающим технологическим и вспомогательным оборудованием, в течение смены варьировали от фоновых значения 81 дБА до 87 дБА при выпуске сплава у печи и розливе, эквивалентные уровни за смену составили 83–84 дБА. Анализ спектрального состава показал, что превышение уровней звукового давления отмечалось преимущественно в диапазоне средних и высоких частот – 250–8000 Гц – до 22 дБ.

Трудовая деятельность рабочих данных профессий сопровождается выполнением значительного количества производственных операций вручную, с использованием немеханизированных инструментов, перемещением грузов массой до 30 кг, и оценивается по сумме показателей как тяжелый труд – 3 класс I степени.

Общая оценка условий труда работающих в данных профессиях соответствовала 3 классу III степени.

Кроме плавильщиков ферросплавов и горновыж плавильного цеха вошли шлаковщики, электродчики, машинисты крана, разбивщики ферросплавов, обслуживающие подготовительные и заключительные этапы производства ферросплавов (сборка и замена электродов в печах, удаление шлака, транспортировка материалов, дробление и отгрузка готовой продукции).

Концентрация аэрозолей (пыли феррохрома, углерода) в зоне дыхания рабочих перечисленных профессий находилась в диапазоне 0,8–10 мг/м³ и превышала среднесменные допустимые уровни в 1,25–1,75 раза. Микроклимат на рабочих местах характеризуется низкой температурой воздуха – среднесменные значения на 3–4 °C ниже нормируемых со значительными перепадами температуры по горизонтали – от 7,9 до 13,8 °C при допустимой для данной категории работ 5 °C и подвижностью воздуха, в 2,5–7 раз превышающей допустимый уровень. Экви-

Таблица 2

Риск заболевания в группах в зависимости от стажа работы на предприятии

Стажевая группа, годы	Основная			Контрольная			RR (95% ДИ)
	больные	всего	%	больные	всего	%	
1–2	26	96	27,1	60	227	26,4	1,03 (0,691–1,52)
3–4	34	72	47,2	17	71	23,9	1,97 (1,22–3,19)
5–6	10	20	50	16	47	34	1,47 (0,813–2,65)
Всего по группам	70	188	37,2	93	345	27	1,35 (1,03–1,77)

Примечание. Критерий условной независимости Мантеля–Хенцеля: $\chi^2 = 4,434$; $p = 0,035$; критерий линейности связи Мантеля: $\chi^2 = 6,043$; $p = 0,014$.

валентные уровни шума для перечисленных профессий составляли 81,5–91 дБА, на рабочих местах колебались от фоновых уровней 78–81 дБА до 95–101 дБА при работе оборудования.

Таким образом, условия труда рабочих данных профессий характеризуются воздействием повышенных концентраций пыли, неблагоприятного микроклимата, высокими уровнями шума, вибрации в сочетании с тяжестью трудового процесса – 3 класс II и III степени.

Работники вспомогательных подразделений и служб предприятия, составившие контрольную группу, не имели контакта с вредными производственными факторами плавильного цеха, их условия труда оценивались как допустимые.

Оценка риска заболевания сравниваемых групп показала, что имеются статистически значимые различия по критерию χ^2 в возрастных и стажевых группах.

В табл. 1 представлены данные по оценке риска в зависимости от возраста. Если не учитывать различий в возрастном составе между основной и контрольной группой, оценка относительного риска (rr) и критерия χ^2 составила $rr = 1,38$ при 95% ДИ (1,07–1,78), $\chi^2 = 6,47$, $p = 0,01$. Стратификационный анализ, учитывающий влияние мешающего фактора (возраста) при общей оценке по всем 4 группам, показал, что имеющиеся различия не случайны и статистически достоверны $rr = 1,68$ при 95% ДИ (1,14–2,47), ($\chi^2 = 6,47$, $p = 0,01$). Основное влияние обусловлено возрастной группой 50–59 лет – $rr = 2,2$ при 95% ДИ (1,04–4,64) значение критерия χ^2 статистически значимо и составило $\chi^2 = 4,56$, $p = 0,03$.

В табл. 2 представлены данные по оценке риска в зависимости от стажа работы на предприятии. Если не учитывать различий в стажевом составе между основной и контрольной группами, оценка относительного риска (rr) и критерия χ^2 составила $rr = 1,35$ при 95% ДИ (1,03–1,77), $\chi^2 = 4,43$, $p = 0,035$. Стратификационный анализ, учитывающий влияние мешающего фактора (стажа) при общей оценке по всем 3 группам, показал, что имеющиеся различия не случайны и статистически достоверны $rr = 1,55$ при 95% ДИ (1,05–2,29), ($\chi^2 = 6,475$, $p = 0,011$). Основное влияние обусловлено стажевой группой 3–4 года – $rr = 1,97$ при 95% ДИ (1,22–3,19) значение критерия χ^2 статистически значимо и составило $\chi^2 = 8,38$, $p = 0,003$.

В качестве показателя силы воздействия, которую учитывали по стажу работы, использовали критерий линейности связи Мантеля, который составил $\chi^2 = 6,04$, $p = 0,014$. Таким образом, условия труда оказывают статистически достоверное влияние на заболеваемость работников плавильного цеха, а выявленная связь между условиями труда и заболеваемостью трудящихся имеет этиологический характер.

В табл. 3 и 4 представлены данные о возрастной и стажевой динамике случаев заболеваний за 10 лет наблюдений.

Дисперсионный анализ показал, что имеются статистически значимые межгрупповые различия в возрастных и стажевых группах ($F = 8,353$ при $p = 0,004$). Годовой прирост случаев ЗВУТ в зависимости от возраста составил $-0,17 \pm 0,05$, в зависимости от стажа $-0,4 \pm 0,08$.

Таблица 3

Число случаев заболеваемости с ВУТ в группах в зависимости от возраста за 10 лет наблюдений

Возрастная группа, годы	Основная		Контрольная		Всего по группам	
	$M \pm m$	<i>n</i>	$M \pm m$	<i>n</i>	$M \pm m$	<i>n</i>
20–29	5,26 ± 0,587	46	4,14 ± 0,345	117	4,45 ± 0,299	163
30–39	4,07 ± 0,523	59	4,31 ± 0,384	121	4,23 ± 0,309	180
40–49	5,75 ± 0,913	36	4,19 ± 0,435	75	4,69 ± 0,421	111
50–59	9,41 ± 1,946	22	4,67 ± 0,519	57	5,99 ± 0,694	79
Итого...	5,50 ± 0,431	163	4,28 ± 0,204	370	4,65 ± 0,195	533

Таблица 4

Число случаев заболеваемости с ВУТ в группах в зависимости от стажа работы за 10 лет наблюдений

Стажевая группа, лет	Основная		Контрольная		Всего по группам	
	$M \pm m$	<i>n</i>	$M \pm m$	<i>n</i>	$M \pm m$	<i>n</i>
1–2	3,55 ± 0,37	86	3,47 ± 0,231	237	3,49 ± 0,196	323
3–4	7,22 ± 0,782	51	5,67 ± 0,451	92	6,22 ± 0,406	143
5–6	8,58 ± 1,58	26	5,88 ± 0,572	41	6,93 ± 0,717	67
Итого...	5,50 ± 0,431	163	4,28 ± 0,204	370	4,65 ± 0,195	533

Заключение

Оценка профессионального риска здоровью была выполнена на основе комплексного изучения условий труда и состояния здоровья по показателям ЗВУТ работающих на производстве высокоуглеродистого феррохрома. Выявлена прямая статистически достоверная этиологическая связь между условиями труда и заболеваемостью работников плавильного цеха.

Полученные значения годового прироста числа случаев заболеваний в стажевых группах выше, чем в возрастных. В значительной мере условия труда – фактор, который оказывает влияние на величину показателя риска. Высокий, статистически достоверный риск в стажевой группе 3–4 года работы на предприятии свидетельствует о влиянии вредных производственных факторов на показатели заболеваемости с первых лет трудовой деятельности. Данное обстоятельство свидетельствует о необходимости проведения мероприятий, направленных на профилактику заболеваний, с особым вниманием к выявленным группам риска.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Бекмухаметов Е.Ж., Мамырбаева А.А., Джаркенов Т.А. Гигиеническая оценка условий труда при производстве ферросплавов. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(6): 545–9.
2. Кудряшов И.Н. Оценка аэрогенного профессионального риска здоровью работников плавильного цеха ферросплавного производства. *Здоровье населения и среда обитания*. 2012; (9): 4–6.
3. Коськина Е.В., Ивойлов В.М., Михайлуц А.П., Глебова Л.А., Богомолова Н.Д., Громова К.Г. и др. Социально-гигиенический мониторинг и оценка аэрогенного риска для здоровья населения крупного центра металлургии при обосновании санитарно-защитной зоны предприятия. *Современные проблемы науки и образования*. 2012; (3): 2–8.
4. *Программа диагностики и профилактики патологии органов дыхания у работников металлургических предприятий. Пособие для врачей*. М.; 2013.

5. Шляпников Д.М., Шур П.З., Алексеев В.Б., Власова Е.М., Костарев В.Г., Сафонова М.А. Гигиенические особенности условий труда и их влияние на здоровье работников, занятых на производстве ферросплавов. *Медицина труда и промышленная экология*. 2013; (11): 12–6.
6. Нагорный С.В., Новацкий В.Е., Горбанев С.А., Силантьев В.Ф., Мирошникова О.И. Гигиеническая характеристика профессиональных вредностей в производстве высокоуглеродистого феррохрома. *Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова*. 2009; (3): 56–60.
7. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. СПб.; 2005.
8. *Экспресс-методы количественной гигиенической оценки условий труда женщин. Пособие для врачей*. СПб.; 1999.
9. Сорокин Г.А. Возрастная и стажевая динамика показателей здоровья работающих как критерий для сравнения профессиональных и непрофессиональных рисков. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(4): 358–60.
10. Шляпников Д.М., Шур П.З., Алексеев В.Б., Лебедева Т.М., Костарев В.Г. Методические подходы к комплексному анализу экспозиции и стажа в оценке профессионального риска. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(1): 33–6.

References

1. Bekmukhametov E.Zh., Mamyrbayeva A.A., Dzharkenov T.A. Hygienic assessment of working conditions in the production of ferroalloys. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(6): 545–9. (in Russian)
2. Kudryashov I.N. Assessment of the aerogenic occupational risk to the health of workers in the smelting shop of ferroalloy production. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2012; (9): 4–6. (in Russian)
3. Kos'kina E.V., Ivoylov V.M., Mikhayluts A.P., Glebova L.A., Bogomolova N.D., Gromova K.G. et al. Socio-hygienic monitoring and assessment of aerogenic risk for Health of the population of a major center of metallurgy when justifying the sanitary protection zone of the enterprise. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012; (3): 2–8. (in Russian)
4. *Program of Diagnostics and Prevention of Respiratory Pathology in Workers of Metallurgical Enterprises. Manual for Doctors [Programma diagnostiki i profilaktiki patologii organov dykhaniya u rabotnikov metallurgicheskikh predpriyatiy. Posobie dlya vrachey]*. Moscow; 2013. (in Russian)
5. Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Alekseev V.B., Vlasova E.M., Kostarev V.G., Safonova M.A. Hygienic features of working conditions and their impact on the health of workers engaged in the production of ferroalloys. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2013; (11): 12–6. (in Russian)
6. Nagomy S.V., Novatskiy V.E., Gorbanev S.A., Silant'ev V.F., Miroshnikova O.I. Hygienic characteristics of occupational hazards in the production of high-carbon ferrochromium. *Vestnik Sankt-Peterburgskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii im. I.I. Mechnikova*. 2009; (3): 56–60. (in Russian)
7. R 2.2.2006–05. Guidance on hygienic assessment of working environment factors and the work process. Criteria and classification of working conditions. St. Petersburg; 2005. (in Russian)
8. *Express Methods of Quantitative Hygienic Assessment of Women's Working Conditions. Manual for Doctor. [Ekspress-metody kolichestvennoy gigienicheskoy otsenki usloviy truda zhenshchin. Posobie dlya vrachey]*. St. Petersburg; 1999.
9. Sorokin G.A. Age and trainee dynamics of health indicators working as a criterion for comparing professional and non-professional risks. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(4): 358–60. (in Russian)
10. Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Alekseev V.B., Lebedeva T.M., Kostarev V.G. Methodical approaches to the complex analysis of exposure and length of service in the assessment of occupational risk. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(1): 33–6. (in Russian)

Поступила 15.03.17
Принята к печати 05.07.17