

УДК 613.6.02

DOI: 10.33396/1728-0869-2020-7-15-20

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ В ПЛАВИЛЬНЫХ ЦЕХАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

© 2020 г. М. Н. Кирьянова, В. П. Плеханов, О. Л. Маркова, Е. В. Иванова

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» (ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья»), г. Санкт-Петербург

Прогнозирование и оценка риска развития заболеваний работников металлургических предприятий является актуальной задачей для современного автоматизированного производства. *Цель исследования* – выбор критериев, позволяющих повысить достоверность оценки профессионального риска в условиях сокращения численности работающих в отдельных профессиональных группах. *Методы*. Изучены условия труда работников основных профессиональных групп плавильного цеха на базе современного металлургического предприятия по производству высокоуглеродистого феррохрома. Определены приоритетные вредные факторы для оценки риска для здоровья работающих – микроклимат, шум, загрязнение воздушной среды аэрозолями преимущественно фиброгенного действия. Оценен профессиональный риск для здоровья работающих по показателям заболеваемости с временной утратой трудоспособности в зависимости от возраста и стажа работы. *Результаты*. Выявлена прямая статистически значимая этиологическая связь между условиями труда и заболеваемостью работников плавильного цеха. Представлены результаты анализа темпов увеличения риска заболеваний (годового прироста риска) работающих. Годовой прирост числа случаев заболеваний в зависимости от стажа работы ($0,2 \pm 0,03$) значительно выше, чем в зависимости от возраста ($0,03 \pm 0,005$). Разработана экспресс-оценка для прогнозирования риска воздействия вредных факторов для данного производства, которая может быть использована для совершенствования мероприятий по управлению профессиональным риском в металлургической и других отраслях промышленности. *Вывод*. Высокий риск для здоровья работников плавильного цеха в производстве высокоуглеродистого феррохрома свидетельствует о влиянии вредных производственных факторов на показатели заболеваемости с первых лет работы, что следует учитывать при проведении профилактических мероприятий.

Ключевые слова: профессиональный риск, условия труда, общая заболеваемость, возраст работника, стаж работы, металлургическое производство

OCCUPATIONAL HEALTH RISK ASSESSMENT AMONG THE WORKERS OF SMELTING SHOPS OF METALLURGICAL PRODUCTION

M. N. Kir'yanova, V. P. Plekhanov, O. L. Markova, E. V. Ivanova

North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, Russia

Health risk assessment and prediction of the disease occurrence among workers of metallurgical enterprises is warranted by the current state of industrial development. *The aim* of the study was to select criteria to improve reliability of the assessment of professional risk in the conditions of a reduction in the number of employees in certain occupational groups. *Methods*. The working conditions of employees of the main professional groups of the smelting shop on the basis of a modern metallurgical enterprise for the production of high-carbon ferrochrome were studied. Priority harmful factors have been identified for assessing the risk of workers' health - microclimate, noise, air pollution with aerosols of mainly fibrogenic effect. The occupational health risk of workers has been estimated according to morbidity indicators with temporary disability depending on age and length of service. *Results*. A direct statistically significant etiological relationship between working conditions and the incidence of smelting shop workers was revealed. The results of the analysis of disease incidence risk growth rate depending on age and employment duration (annual increase in risk) of employees are presented. Annual growth of disease incidence cases depending on employment duration ($0,2 \pm 0,03$) is significantly higher than depending on the age ($0,03 \pm 0,005$). An express assessment has been developed to predict the risk of exposure to harmful factors for this production, which can be used to improve measures for managing professional risk in the metallurgical and other industries. An express assessment has been developed to predict the risk of exposure to harmful factors for this production, which can be used to improve measures for managing professional risk in the metallurgical and other industries. *Conclusion*. A high occupational risk of smelting workers in the production of high-carbon ferrochrome indicates the influence of harmful production factors on the incidence rates from the first years of work, which should be taken into account when conducting preventive measures.

Key words: occupational risk, working conditions, general disease incidence, age of worker, length of service, metallurgical production

Библиографическая ссылка:

Кирьянова М. Н., Плеханов В. П., Маркова О. Л., Иванова Е. В. Оценка и прогнозирование профессионального риска для здоровья работающих в плавильных цехах металлургического производства // Экология человека. 2020. № 7. С. 15–20.

For citing:

Kir'yanova M. N., Plekhanov V. P., Markova O. L., Ivanova E. V. Occupational Health Risk Assessment among the Workers of Smelting Shops of Metallurgical Production. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 7, pp. 15-20.

Вопросы влияния производственной среды на здоровье работающих в металлургической отрасли изучались ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» на протяжении значительного периода

времени. На предприятиях черной и цветной металлургии проводились исследования, посвященные воздействию нагревающего микроклимата [6], гигиеническим особенностям технологических процессов

и различных видов производственного оборудования, профессиональной патологии при воздействии металлов в пирометаллургии никеля, меди и кобальта, алюминиевой промышленности [1, 4, 5] с целью научного обоснования путей оздоровления условий труда работающих.

В современном производстве металлов и их сплавов в условиях внедрения непрерывных технологических процессов, модернизации оборудования по-прежнему невозможно исключить воздействие на работающих характерных для плавильных цехов вредных производственных факторов: нагревающего микроклимата, загрязнения воздушной среды аэрозолями и химическими веществами, шума, вибрации [2].

Большинство работ, посвящённых оценке влияния профессиональных факторов на здоровье работников при производстве феррохрома и нержавеющей стали, не только содержит информацию об уровнях и времени воздействия [8], но также дает оценку риска развития рака среди рабочих [10], оценку и структуру смертности [9], оценку распространенности и тяжести хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) [11], изменения функции легких [12–14].

Так, исследование воздействия на работников мелких и ультрадисперсных частиц в производстве феррохрома и нержавеющей стали показало, что элементный состав и структура частиц на разных этапах производства неодинаковы. Измерения распределения частиц по размерам дают важную информацию о воздействии ультрадисперсных частиц, которая не выявляется при измерениях массовых концентраций [8].

Изучение причин смерти за 1971–2012 годы в Финляндии и расчёт стандартизированных коэффициентов смертности как отношения наблюдаемого и ожидаемого числа смертей на основе показателей смертности населения в том же регионе показало, что работа в финской отрасли производства феррохрома и нержавеющей стали, по-видимому, не связана с повышенной смертностью [9]. При анализе оценки риска развития рака среди рабочих, занятых в промышленности феррохрома и нержавеющей стали, в Финляндии в период 1967–2004 годов был сделан вывод о малой вероятности профессионального воздействия на увеличение риска развития рака [10].

Работники металлургической промышленности часто подвергаются воздействию высоких концентраций пыли и паров, которые влияют на функцию легких. При перекрестном исследовании была выполнена оценка распространенности и тяжести ХОБЛ, распространенности симптомов, а также связи между загрязнением воздуха на рабочем месте и ХОБЛ. Для сбора данных о курении, прошлых легочных заболеваниях, текущих респираторных симптомах, социально-экономическом статусе и других переменных использовалась стандартизированная анкета. Были выявлены и оценены все факторы риска, а также проведены измерения динамической легочной функции у работников металлургической

и феррохромной промышленности. Распространенность ХОБЛ колебалась от 19,6 до 25,7 %, степень тяжести варьировала от легкой до очень тяжелой. Исследователи пришли к выводу, что распространенность ХОБЛ и ее симптомов высока среди изученной группы населения и существует четко установленная связь между загрязнением воздуха на рабочем месте и ХОБЛ [11].

Вывод о наличии значимой связи между функцией легких и воздействием пыли на них сделан авторами, изучавшими связь между ежегодным изменением функции легких и воздействием производственной пыли у работников металлургических заводов по результатам периодических медицинских осмотров, включавших ежегодную спирометрию и респираторный опросник [12–14].

Целью данного исследования является гигиеническое обоснование индивидуального профессионального риска для здоровья работников плавильных цехов металлургического производства феррохромов и нержавеющей стали. Для достижения поставленной цели необходимо на основе комплексной гигиенической оценки условий труда оценить факторы профессионального риска; выявить профессиональные группы риска для прогнозирования развития профессионально обусловленных заболеваний в зависимости от возраста и стажа работы.

Методы

Для решения поставленных задач выполнены гигиенические исследования условий и характера труда работников плавильного цеха: плавильщиков ферросплавов и горновых ферросплавных печей, а также работников вспомогательных подразделений и служб предприятия (станочники, операторы).

Исследования включали измерения физических и химических факторов рабочей среды: уровней шума, общей и локальной вибрации, электромагнитных полей, параметров микроклимата (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения, определение индекса тепловой нагрузки среды), искусственной освещенности (всего выполнено более 1 025 измерений физических факторов), концентраций аэрозолей в воздухе рабочей зоны и нейтральных точках производственных помещений с расчетом среднесменных концентраций (108 измерений) и концентраций химических веществ: оксидов кальция, магния, диоксида железа, диоксида хрома, хром (VI) триоксида, диоксида алюминия, диоксида азота, диоксида серы и оксида углерода (556 измерений). Измерение уровней физических факторов, концентраций химических веществ и аэрозолей проводилось с использованием утвержденных в системе Росаккредитации методик. Для определения тяжести и напряженности трудового процесса проведены хронометражные исследования в объеме 33 человеко-смен, оценено 990 показателей.

Исследование по оценке профессионального риска для здоровья проведено по показателям заболевае-

мости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) работников предприятия на основании данных отдела кадров о больничных листах за 2007–2016 годы.

Расчет показателя относительного риска (RR) и 95 % доверительного интервала (95 % ДИ) был выполнен по возрастным группам (20–29, 30–39, 40–49, 50–59 лет) и стажевой динамике за 10 лет наблюдений с помощью статистической программы StatCalc (EpiInfo), (<http://www.who.int/chp/steps/resources/EpiInfo/en/>).

Критерием отнесения работников к категории «больной» были выбраны два варианта: первый – количество заболеваний работника более одного раза в году, остальных относили к категории «здоровый»; второй – количество заболеваний работника более двух раз в году, остальных относили к категории «здоровый». В выборку для оценки относительного риска были отобраны мужчины, возраст от 20 до 60 лет, стаж работы не менее одного года. Основную группу составили горновые и плавильщики; контрольную группу – работники вспомогательных подразделений и служб предприятия: станочники, операторы, не имевшие контакта с вредными производственными факторами плавильного цеха.

Расчет интегрального показателя сочетанного действия вредных факторов на рабочем месте проводится по формуле:

$$I = I_{\text{оп}} + \frac{\sum_{i=1}^{n-1} I_i}{n-1},$$

где I – показатель нагрузки вредных факторов на рабочем месте; $I_{\text{оп}}$ – определяющий («ведущий», имеющий максимальное отношение измеренного показателя к ПДУ, ПДК) элемент нагрузки; n – количество измеряемых показателей; I_i – отношение всех измеренных i -х показателей без $I_{\text{оп}}$ к ПДУ, ПДК.

Применение показателей суммарного вредного воздействия определяется тем, какой вклад в них вносят длительность воздействия, его интенсивность или оба эти фактора. Поэтому использование разных показателей может давать разные результаты. Очень часто биологический эффект варьирования длительности воздействия или концентрации вредного фактора неизвестен. В этом контексте для раскрытия механизма действия вредного фактора полезно использовать различные показатели его воздействия. Практически у всех факторов можно выделить специфическое и неспецифическое воздействие на организм работающего, и если специфические эффекты могут обладать разными направлениями воздействия, то неспецифические эффекты, как правило, суммируются. При одновременном воздействии нескольких химических и физических факторов (сочетанное действие) и наблюдаются такие эффекты.

В качестве показателя воздействия учитывали работу в плавильном цехе при классе вредности условий труда 3,2, а силу воздействия оценивали по стажу работы. Были сформированы три стажевые группы:

1–2 года, 3–4 года и 5–6 лет, а также группы по стажевой динамике за 10 лет. При формировании групп использовали методические подходы оценки риска, изложенные в работах ряда авторов [3, 7]. Для определения достоверности связи «воздействие – заболевание» использовали критерий соответствия хи-квадрат Пирсона (χ^2) и доверительного интервала (ДИ), точный критерий Фишера (F), уровнем статистической значимости принимали значение $p \leq 0,05$.

Результаты

Оценка профессионального риска для здоровья была выполнена на основе комплексного изучения условий труда и состояния здоровья по показателям ЗВУТ работающих на производстве высокоуглеродистого феррохрома.

Профессиями, наиболее подверженными воздействию вредных факторов в плавильном цехе, являются плавильщики ферросплавов и горновые ферросплавных печей, обеспечивающие процесс выплавки сплавов и работающие в непосредственной близости от расплавленного и остывающего металла до половины времени смены. Условия их труда характеризуются воздействием комплекса неблагоприятных факторов: контрастного микроклимата (интенсивное тепловое излучение, значительные перепады температуры воздуха в течение смены), повышенных концентраций пыли, шума в сочетании с тяжестью трудового процесса и оценены по результатам исследований как вредные и опасные – 3 класс 2 степени [2].

Для оценки профессионального риска были рассчитаны безразмерные показатели, характеризующие превышение ПДК/ПДУ для ведущих неблагоприятных факторов.

Ведущий неблагоприятный фактор для данных профессий – тепловое излучение – характеризуется уровнями среднесменной интенсивности 1 535 Вт/м² на рабочем месте плавильщика и 1 550 Вт/м² – на рабочем месте горновых (превышение ПДУ до 140 Вт/м² – в 11 раз). Уровни теплового излучения при выпуске сплава и шлака из печи варьировали от 3 000 до 10 000 Вт/м², при розливе металла – от 2 400 до 3 200 Вт/м² и при остывании металла от 4 800 до 300 Вт/м².

Необходимо отметить, что при соответствии среднесменной температуры воздуха допустимым диапазонам перепады по горизонтали в течение смены достигали 14,5–17,3 °С и были значительно выше допустимых 5 °С (превышение составило 3,0–3,6 раза), подвижность воздуха достигала 0,9 м/с при нормируемой не более 0,4 м/с (превышение в 1,5–2,25 раза).

Концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия с содержанием диоксида кремния 10–70 % в воздушной среде (фоновые в помещении цеха) составляли 0,3–3,0 мг/м³; в рабочей зоне: при разбраковке металла – 5,3–8,0 мг/м³, у печи при выпуске металла – 1,8–3,5 мг/м³; рассчитанные среднесменные концентрации для работающих данных

профессиональных групп составляли 2,6–3,0 мг/м³ при ПДК 2,0 мг/м³ (превышение в 1,3–1,5 раза).

Уровни непостоянного шума, создаваемого работающим технологическим и вспомогательным оборудованием, в течение смены варьировали от фонового значения 81 дБА до 87 дБА при выпуске сплава у печи и розливе; эквивалентные уровни за смену составили 83–84 дБА (превышение в 1,6 раза).

Условия труда работников вспомогательных служб,

составивших контрольную группу, оценивались как допустимые.

На основании данных предприятия о ЗВУТ была проанализирована динамика случаев заболеваний по возрасту и стажу за 10 лет наблюдений (соответственно табл. 1 и 2).

В табл. 3 и 4 представлены данные по оценке риска в зависимости от стажа работы на предприятии и возраста.

Для расчета годового прироста риска на первом этапе критерием отнесения работника к категории «больной» являлось наличие у него одного и более случаев заболевания в году.

Оценка относительного риска и критерия χ^2 составила RR = 1,121 при 95 % ДИ (1,018–1,235), $\chi^2 = 5,287$, p = 0,021, имеющиеся различия не случайны и статистически значимы.

На втором этапе оценки риска здоровью критерием отнесения к категории «больной» являлось наличие двух и более случаев заболевания работника в году.

Оценка относительного риска и критерия χ^2 составила RR = 1,17 при 95 % ДИ (1,019–1,342), $\chi^2 = 4,578$, p = 0,032, имеющиеся различия не случайны и статистически значимы.

Дисперсионный анализ показал 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 $0,03 \pm 0,005$, в зависимости от стажа работы – $0,2 \pm 0,03$.

Таблица 1
Число случаев заболеваемости с временной утратой трудоспособности в зависимости от возраста за 10 лет наблюдений

Возраст, лет	Основная группа		Контрольная группа	
	M±m	Человек	M±m	Человек
20–29	5,26±0,587	46	4,14±0,345	117
30–39	4,07±0,523	59	4,31±0,384	121
40–49	5,75±0,913	36	4,19±0,435	75
50–59	9,41±1,946	22	4,67±0,519	57
Итого	5,50±0,431	163	4,28±0,204	370

Таблица 2
Число случаев заболеваемости с временной утратой трудоспособности в зависимости от стажа работы за 10 лет наблюдений

Стаж, лет	Основная группа		Контрольная группа	
	M±m	Человек	M±m	Человек
1–2	3,55±0,370	86	3,47±0,231	237
3–4	7,22±0,782	51	5,67±0,451	92
5–6	8,58±1,580	26	5,88±0,572	41
Итого	5,50±0,431	163	4,28±0,204	370

Таблица 3
Риск заболевания в группах в зависимости от стажа работы на предприятии

Стаж работы, лет	Основная группа			Контрольная группа			RR (95 ДИ)
	Больные	Всего	%	Больные	Всего	%	
Критерий отнесения к категории «больной» – наличие 1 и более случаев заболевания в году							
1	79	188	42,0	278	470	59,1	0,611 (0,478–0,781)
2	88	160	55,0	190	344	55,2	0,994 (0,768–1,285)
3	136	219	62,1	270	464	58,2	1,118 (0,892–1,402)
4	113	201	56,2	305	640	47,7	1,299 (1,0180–1,658)
5	104	215	48,4	316	607	47,7	0,897 (0,713–1,129)
6	37	60	61,7	214	436	49,1	1,57 (0,962–2,562)
7	64	105	61,0	188	412	45,6	1,642 (1,154–2,334)
8	61	89	68,5	194	422	46,0	2,187 (1,448–3,304)
9	32	43	74,4	163	274	59,5	1,82 (0,953–3,475)
Всего по группам	714	1280	55,8	2118	4069	52,1	1,121 (1,018–1,235)
Критерий условной независимости Мантеля – Хенцеля: $\chi^2 = 5,287$, p = 0,021							
Критерий отнесения к категории «больной» – наличие 2 и более случаев заболевания в году							
1	79	188	42,0	120	470	25,5	1,672 (1,319–2,119)
2	40	160	25,0	48	344	14,0	1,576 (1,198–2,073)
3	12	219	5,5	73	464	15,7	0,408 (0,239–0,697)
4	9	201	4,5	73	640	11,4	0,434 (0,231–0,813)
5	18	215	8,4	61	607	11,4	0,859 (0,563–1,312)
6	0	60	0,0	23	436	5,3	0,0 (0–0)
7	6	105	5,7	22	412	5,3	1,058 (0,51–2,198)
8	5	89	5,6	30	422	7,1	0,81 (0,351–1,865)
9	2	43	4,7	2	274	0,7	3,817 (1,375–10,593)
Всего по группам	171	1280	13,4	452	4069	11,1	1,17 (1,019–1,342)
Критерий условной независимости Мантеля – Хенцеля: $\chi^2 = 4,578$, p = 0,032							

Таблица 4

Риск заболевания в группах в зависимости от возраста							
Возраст, лет	Основная группа			Контрольная группа			RR (95 ДИ)
	Больные	Всего	%	Больные	Всего	%	
Критерий отнесения к категории «больной» – наличие 1 случая заболевания в году							
20–29	213	319	66,8	656	1100	59,6	1,272 (1,034–1,564)
30–39	343	609	56,3	538	974	55,2	1,027 (0,906–1,165)
40–49	147	323	45,5	390	902	43,2	1,07 (0,887–1,291)
50–59	11	29	37,9	534	1093	48,9	0,647 (0,308–1,357)
Всего по группам	714	1280	55,8	2118	4069	52,1	1,121 (1,018–1,235)
Критерий условной независимости Мантеля – Хенцеля: $\chi^2 = 5,287$, $p = 0,021$							
Критерий отнесения к категории «больной» – наличие 2 и более случаев заболевания в году							
20–29	51	319	16,0	151	1100	13,7	1,147 (0,884–1,487)
30–39	63	609	10,3	106	974	10,9	0,965 (0,785–1,187)
40–49	55	323	17,0	110	902	12,2	1,318 (1,038–1,675)
50–59	2	29	6,9	85	1093	7,8	0,881 (0,213–3,644)
Всего по группам	171	1280	13,4	452	4069	11,1	1,17 (1,019–1,342)
Критерий условной независимости Мантеля – Хенцеля: $\chi^2 = 4,578$, $p = 0,032$							

В табл. 5 представлены результаты прироста показателя относительного риска в зависимости от стажа работы при воздействии вредных факторов в течение 8-часовой рабочей смены. Полученные данные были экстраполированы до 40 лет стажа работы и позволяют рассчитать индивидуальный профессиональный риск для здоровья работающих.

Таблица 5

Экспресс-оценка воздействия вредных факторов по показателю заболеваемости с временной утратой трудоспособности за один год работы, годовой прирост риска, %

Уровень воздействия, показатель комплексной нагрузки вредных факторов, I	Время действия фактора, (час/смену)				
	До 1 часа	2–4 часа	4–6 часов	6–8 часов	8–10 часов
0,25	–	–	–	–	–
0,5	–	–	–	–	0,5
1,0	–	–	–	0,5	1,0
2,0	–	–	0,5	1,0	2
4,0	–	0,5	1,0	2	4
8,0	0,5	1,0	2	4	8

Обсуждение результатов

Сравнительный анализ показателей относительного риска по данным ЗВУТ свидетельствует, что выбор критерия отнесения работников к категории «больной» оказывает существенное влияние на окончательный вывод о связи факторов производственной среды с риском для здоровья работающих. Применение более жесткого критерия повышает надежность выводов и позволяет избежать «случайных» статистически значимых связей.

Выявлена прямая статистически значимая этиологическая связь между условиями труда и заболеваемостью работников плавильного цеха. Полученные значения годового прироста риска случаев ЗВУТ в стажевых группах выше, чем в возрастных.

Высокий, статистически значимый риск для здоровья работников указывает на влияние вредных

производственных факторов на заболеваемость с первых лет работы, что свидетельствует о необходимости проведения мероприятий, направленных на профилактику заболеваний, с особым вниманием к выявленным группам риска.

Недостатком данного исследования является отсутствие возможности оценить причинно-следственные связи нозологических форм заболеваний и факторов производственной среды по данным больничных листов отделов кадров предприятий.

Авторство

Кирьянова М. Н., Маркова О. Л. провели планирование дизайна исследования, сбор и анализ данных; Плеханов В. П. осуществил статистическую обработку и интерпретацию полученных результатов; Иванова Е. В. участвовала в сборе и анализе данных, подготовке первого варианта статьи. Все авторы окончательно утвердили присланную в редакцию рукопись.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Кирьянова Марина Николаевна – ORCID 0000-0001-9037-0301; SPIN 8219-1749

Плеханов Владимир Павлович – ORCID 0000-0002-8141-7179; SPIN 6693-4817

Маркова Ольга Леонидовна – ORCID 0000-0002-4727-7950; SPIN 6443-6585

Иванова Елена Викторовна – ORCID 0000-0001-9461-9979; SPIN 3062-2416

Список литературы

1. Никанов А. Н., Чащин В. П., Дардынская И., Горбанев С. А., Гудков А. Б., Лагхайн Б., Попова О. Н., Дорофеев В. М. Риск-ориентированный подход к сохранению профессионального здоровья работников на предприятиях цветной металлургии в Арктической зоне Российской Федерации // Экология человека. 2019. № 2. С. 12–20.
2. Плеханов В. В., 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). С. 682–685.
3. Сорокин Г. А. Возрастная и стажевая динамика показателей здоровья, работающих как критерий для сравнения

профессиональных и непрофессиональных рисков // Гигиена и санитария. 2016. № 4. С. 355–360.

4. Суворов И. М., Чекоданова Н. В. Результаты динамического наблюдения за состоянием здоровья плавильщиков кобальта // Профессиональная патология при воздействии металлов: сб. науч. трудов. М., 1981. С. 11–15.

5. Сюрин С. А., Чащин В. П., Фролова Н. М. Риск развития и особенности профессиональной патологии у работников цветной металлургии Кольского Заполярья // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 2. С. 22–26.

6. Фридлянд И. Г. Значение неблагоприятных производственных факторов в возникновении и течении некоторых заболеваний. М.: Минздрав России, 2003. 268 с.

7. Экспресс-метод количественной гигиенической оценки условий труда женщин: пособие для врачей. СПб., 1999. 40 с.

8. Järvelä M., Huvinen M., Viitanen A. K., Kanerva T., Vanhala E., Uitti J., Koivisto A. J., Juntila S., Luukkonen R., Tuomi T. Characterization of particle exposure in ferrochromium and stainless steel production // J Occup Environ Hyg. 2016 Jul. Vol. 13 (7). P. 558–568; doi: 10.1080/15459624.2016.1159687.

9. Huvinen M., Pukkala E. Cause-specific mortality in Finnish ferrochromium and stainless steel production workers // Occup Med (Lond). 2016 Apr. Vol. 66 (3). P. 241–246; doi: 10.1093/occmed/kqv197. Epub 2015 Dec 8.

10. Huvinen M., Pukkala E. Cancer incidence among Finnish ferrochromium and stainless steel production workers in 1967-2011: a cohort study // BMJ Open. 2013 Nov 19. Vol. 3 (11). P. e003819; doi: 10.1136/bmjopen-2013-003819.

11. Bala S., Tabaku A. Chronic obstructive pulmonary disease in iron-steel and ferrochrome industry workers // Cent Eur J Public Health. 2010 Jun. Vol. 18 (2). P. 93–98.

12. Johnsen H. L., Hetland S. M., Benth J. S., Kongerud J., Søyseth V. Dust exposure assessed by a job exposure matrix is associated with increased annual decline in FEV1: a 5-year prospective study of employees in Norwegian smelters // Am J Respir Crit Care Med. 2010 Jun 1; Vol. 81(11). P. 1234–1240; doi: 10.1164/rccm.200809-1381OC. Epub 2010 Mar 4.

13. Johnsen H. L., Hetland S. M., Saltyte Benth J., Kongerud J., Søyseth V. Quantitative and qualitative assessment of exposure among employees in Norwegian smelters // Ann Occup Hyg. 2008 Oct. Vol. 52 (7). P. 623–633; doi: 10.1093/annhyg/men046. Epub 2008 Jul 24.

14. Cheng Y. H., Liao C. M. BMI-based approach reveals direct impact of metal dust exposure on influenza-associated lung function decrement risk in smelters // J Hazard Mater. 2012 Oct 15. Vol. 235-236. P. 210–217; doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.07.043. Epub 2012 Jul 28.

References

1. Nikanov A. N., Chashchin V. P., Dardynskaya I., Gorbanev S. A., Gudkov A. B., Lachhein B., Popova O. N., Dorofeev V. M. Risk-based approach to maintaining occupational health of workers at non-ferrous metallurgy plants in the Arctic zone of Russian Federation. *Ekologiya Cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 2, pp. 12-20. [In Russian]

2. Plekhanov V. V., Kir'yanova M. N., Frolova M. N., Redchenko A. V., Markova O. L., Ivanova E. V. Occupational health risk assessment in ferroalloy production workers // *Gigiena i sanitariya*. 2017, 96 (7), pp. 682-685. [In Russian]

3. Sorokin G. A. Age and employment duration dynamics

of health indicators of workers as a criterion for occupational and non-occupational risk comparison. *Gigiena i sanitariya*. 2016, 95 (4), pp. 355-360. [In Russian]

4. Suvorov I. M., Chekodanova N. V. Rezul'taty dinamicheskogo nablyudeniya za sostoyaniem zdorov'ya pлавильщиков kобальта [Findings of health follow-up study among cobalt smelters]. In: *Professional'naya patologiya pri vozdeistvii metallov. Sb. nauch. tr.* [Occupational pathology in metal exposure. Collection of Scientific papers]. Moscow, 1981, pp. 11-15.

5. Syurin S. A., Chashchin V. P., Frolova N. M. Occupational pathology development risk and characteristics among non-ferrous metallurgy plant workers in Kola Arctic. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiya*. 2015, 2, pp. 22-26. [In Russian]

6. Fridlyand I. G. *Znachenye neblagopriyatnykh proizvodstvennykh faktorov v vozniknovenii i techenii nekotorykh zabolevanii* [Significance of unfavourable occupational factors in the onset and course of certain diseases]. Moscow, 2003, 268 p.

7. *Express-method of quantitative hygienic assessment of working conditions of women. Manual for physicians*. Saint Petersburg, 1999, 40 p. [In Russian]

8. Järvelä M., Huvinen M., Viitanen AK, Kanerva T., Vanhala E., Uitti J., Koivisto AJ, Juntila S., Luukkonen R., Tuomi T. Characterization of particle exposure in ferrochromium and stainless steel production. *J Occup Environ Hyg*. 2016 Jul, 13 (7), pp. 558-68; doi: 10.1080/15459624.2016.1159687.

9. Huvinen M., Pukkala E. Cause-specific mortality in Finnish ferrochromium and stainless steel production workers. *Occup Med (Lond)*. 2016 Apr, 66 (3). Pp. 241-6; doi: 10.1093/occmed/kqv197. Epub 2015 Dec 8.

10. Huvinen M., Pukkala E. Cancer incidence among Finnish ferrochromium and stainless steel production workers in 1967-2011: a cohort study // *BMJ Open*. 2013 Nov 19, 3 (11), p. e003819; doi: 10.1136/bmjopen-2013-003819.

11. Bala S, Tabaku A. Chronic obstructive pulmonary disease in iron-steel and ferrochrome industry workers. *Cent Eur J Public Health*. 2010 Jun, 18 (2), pp. 93-8.

12. Johnsen HL, Hetland SM, Benth JS, Kongerud J, Søyseth V. Dust exposure assessed by a job exposure matrix is associated with increased annual decline in FEV1: a 5-year prospective study of employees in Norwegian smelters. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010 Jun 1, 181 (11), pp. 1234-40; doi: 10.1164/rccm.200809-1381OC. Epub 2010 Mar 4.

13. Johnsen HL, Hetland SM, Saltyte Benth J, Kongerud J, Søyseth V. Quantitative and qualitative assessment of exposure among employees in Norwegian smelters. *Ann Occup Hyg*. 2008 Oct, 52 (7), pp. 623-33; doi: 10.1093/annhyg/men046. Epub 2008 Jul 24.

14. Cheng YH, Liao CM. BMI-based approach reveals direct impact of metal dust exposure on influenza-associated lung function decrement risk in smelters. *J Hazard Mater*. 2012 Oct 15, 235-236, pp. 210-7; doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.07.043. Epub 2012 Jul 28.

Контактная информация:

Кириянова Марина Николаевна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья»

Адрес: 191036, г. Санкт-Петербург, 2-я Советская ул., д. 4

E-mail: mnrn@ro.ru.