

УДК 613.6-616-057: 616-006.1

DOI: 10.21668/health.risk/2017.1.11

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ЧЕРНОВОЙ МЕДИ

**В.И. Адриановский^{1,2}, Г.Я. Липатов^{1,2}, Е.А. Кузьмина¹, Н.В. Злыгостева^{1,2},
К.Ю. Русских¹, Н.П. Шарипова², Т.В. Бушуева¹, В.О. Рузаков³**

¹Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий Роспотребнадзора, Россия, 620014, г.Екатеринбург, ул. Попова, 30

²Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, Россия, 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, 3

³Управление Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, Россия, 620078, г. Екатеринбург, пер. Отдельный, 3

В целях отработки идеологии комплексной оценки канцерогенной опасности предприятий проведена гигиеническая оценка вклада факторов рабочей среды в формирование канцерогенного риска (КР) рабочих, занятых в получении черновой меди, включая оценку прогнозных значений профессиональных рисков. Для профессий с неприемлемым уровнем КР определены уровни опухолевых маркеров. Проведено изучение смертности от злокачественных новообразований. Показано, что для получения черновой меди основным фактором, формирующим КР, являются неорганические соединения мышьяка. Расчет индивидуальных КР при 25-летнем стаже работы показал, что во всех изученных основных и вспомогательных профессиях медеплавильного цеха суммарный КР находился в 4-м диапазоне (более $1,0 \cdot 10^{-3}$). Неприемлемые значения для прогнозного КР для 100 % оцененных профессий начинаются уже с 5-летнего стажа работы. Среди профессий с неприемлемым значением КР превышение уровней опухолевых маркеров выявлено у 73 % осмотренных, из них у 19 % работающих были превышены уровни сразу двух онкомаркеров. У 9,0 % обследованных отмечено превышение уровня онкомаркера Суфра 21.1, у 14,5 % выявлены высокие уровни опухолевого маркера СЕА, а у 59,0 % – NSE. Интенсивные показатели смертности рабочих-мужчин медеплавильного цеха по всем локализациям, вместе взятым, составили 153,14, а у мужчин, относящихся к населению, – 127,25 на 100 000. У занятых в производстве черновой меди рабочих превышение интенсивных показателей смертности над таковыми у населения выявлено по злокачественным образованиям органов дыхания и грудной клетки (86,78 и 47,72 соответственно), в том числе по раку легких (71,47 и 43,48 соответственно). Полученные результаты позволят разработать систему управления КР, включающую регламентационно-контролирующие, организационно-управленческие, технико-технологические, финансово-экономические, медико-профилактические и реабилитационные, а также информационно-образовательные мероприятия.

Ключевые слова: производство черновой меди, профессиональный индивидуальный канцерогенный риск, смертность от злокачественных новообразований, опухолевые маркеры, управление канцерогенным риском, мышьяк, никель, свинец, кадмий.

© Адриановский В.И., Липатов Г.Я., Кузьмина Е.А., Злыгостева Н.В., Русских К.Ю., Шарипова Н.П., Бушуева Т.В., 2017

Адриановский Вадим Иннович – кандидат медицинских наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии профилактики рака (e-mail: adrianovsky@k66.ru; тел.: 8 (343) 253-14-56).

Липатов Георгий Яковлевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией эпидемиологии профилактики рака (e-mail: lipatovg@umrc.ru; тел.: 8 (343) 253-14-56).

Кузьмина Елена Анатольевна – кандидат медицинских наук, заведующий отделом комплексных проблем гигиены и профилактики заболеваний населения (e-mail: risk@umrc.ru; тел.: 8 (343) 371-81-29).

Злыгостева Наталья Викторовна – младший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии профилактики рака (e-mail: kirakirazn@gmail.com; тел.: 8 (343) 253-14-56).

Русских Ксения Юрьевна – младший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии и профилактики рака (e-mail: russkihk-300185@mail.ru; тел.: 8 (343) 253-14-56).

Шарипова Наталия Петровна – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры гигиены и профессиональных болезней (e-mail: isaeva20a@yandex.ru; тел.: 8 (343) 214-86-93).

Бушуева Татьяна Викторовна – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник НПО «Диагностические методы исследования» (e-mail: gribova@umrc.ru; тел.: 8 (343) 371-27-48).

Рузаков Вадим Олегович – руководитель отдела по гигиене труда (e-mail: mail@66.rospotrebnadzor.ru; тел.: 8 (343) 270-15-69).

В настоящее время практически каждый третий работник России трудится во вредных и опасных условиях труда. По оценке Международной организации труда, в России свыше 76 тыс. смертей в год происходят из-за болезней, связанных с трудовой деятельностью. Сложившаяся ситуация требует изменения приоритетов при планировании стратегий укрепления здоровья населения, а именно смещение акцента от клинического подхода в сторону профилактических программ. В связи с этим первоочередной является задача управления профессиональными рисками – формирование системы мер по предупреждению неблагоприятных воздействий условий труда на здоровье, базирующейся на принципах приоритетности первичной профилактики и снижения влияния факторов риска [16].

Разработке методологии оценки канцерогенных рисков посвящены работы П.В. Серебрякова (2007), А.В. Мельцера (2008) и др. В частности, П.В. Серебряковым впервые разработан алгоритм расчета индивидуальных профессиональных канцерогенных рисков, апробированный на предприятиях, специализирующихся на добыче и переработке медно-никелевых руд [14]. Вопросы профессиональной экспозиции к канцерогенам, оценки риска и биомониторинга (на примере соединений мышьяка) также широко освещены и в зарубежной литературе [17, 18, 19].

С 2011 г. в Свердловской области органами и учреждениями Роспотребнадзора совместно с ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» отрабатывается идеология комплексной оценки канцерогенной опасности предприятий [9]. По результатам оценки экспозиции канцерогенных факторов и характеристике популяции работающих рассчитываются прогнозные значения профессионального индивидуального канцерогенного риска (КР), которые сопоставляются с рисками, связанными с непрофессиональным воздействием. Данные оценки КР позволяют сформировать группу риска рабочих, для которых в рамках профосмотра дополнительно проводятся исследования по раннему выявлению признаков новообразований, а при необходимости – дообследование в стационаре с последующим диспансерным наблюдением. В целях обоснования роли производственных факторов в развитии злокачественных новообразований (ЗН) осуществляется изучение онкологической смертности рабочих. Все вышеуказанное позволяет обосновать мероприятия по управлению канцерогенным риском.

Однако существует ряд методологических проблем, связанных с расчетом прогнозных значений КР, положения, значения и критерии которых не утверждены в установленном порядке, а также оценкой доказательства связи профессии с развитием рака, установлением предикторов онкогенеза [7, 15].

Цель исследования – изучить условия труда и дать оценку профессиональным канцерогенным рискам для работающих, занятых на предприятии, где осуществляется получение черновой меди.

Материалы и методы. Объектом исследования служило крупнейшее предприятие уральского региона, где осуществляется получение черновой меди, в медеплавильном цехе (МПЦ) которого технологические процессы включают сушку шихты, плавку, осуществляющуюся в печи Ванюкова (ПВ-1500), и конвертирование меди.

На первом этапе исследования нами проведена идентификация канцерогенной опасности предприятия на основе экспертизы исходных данных санитарно-гигиенического паспорта. Были выявлены приоритетные канцерогенные факторы компонентов производства (сырье, продукция, выбросы в атмосферный воздух, сбросы сточных вод, состав воздуха рабочей зоны и др.) и сформирован банк данных (концентраций) для дальнейшей оценки профессионального канцерогенного риска здоровью. В основу расчета КР взяты подходы, изложенные в [8] и исследованиях А.В. Мельцера и П.В. Серебрякова [5, 14]. КР рассчитывался для 17 профессий МПЦ (сушильное, плавильное и конвертерное отделения), в которых заняты 420 человек, а именно: сушильщик (6 человек), транспортерщик (15), шихтовщик (2), загрузчик шихты (39), плавильщик (70), разлищик (30), конвертерщик (37), машинист крана (31), чистильщик (52), огнеупорщик (3), мастер (12), оператор пылегазоулавливающих установок (44), машинист насосных установок (10), электрогазосварщик (15), слесарь-ремонтник (42), электромонтер (25), слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике (5), – с учетом фактической экспозиции к мышьяку, кадмию, свинцу, бериллию и бенз(а)пирену (250 рабочих смен продолжительностью 8 ч).

На втором этапе у рабочих, занятых в исследуемых профессиях, проведено определение в сыворотке крови опухолевых маркеров (онкомаркеров): а) раковый эмбриональный антиген (СЕА) – маркер опухолей трахеи, бронхов и легких, желудочно-кишечного тракта, особенно толстого кишечника, поджелудочной железы,

печени, а также молочной железы, шейки матки и простаты; б) цифра 21.1. (Суфра 21.1) – маркер рака легких (преимущественно плоскоклеточного, реже аденокарциномы и других гистологических типов) и мочевого пузыря; в) нейронспецифическая енолаза (NSE) – маркер опухолей легких, лейкозов и опухолей нейроэктодермального происхождения [20].

На третьем этапе ретроспективным методом было проведено эпидемиологическое исследование по изучению смертности от злокачественных новообразований (ЗН) рабочих МПЦ тех же профессий, по которым оценен КР [6]. Контролем служило население, проживающее в районе размещения изучаемого предприятия. Период исследования включал 30 лет (1976–2005 гг.). Вычислялись интенсивные показатели смертности на 100 000 населения и работающих (повозрастные и общие). Помимо наблюдаемой, в изучаемых контингентах вычислялась так называемая ожидаемая смертность. Она представляет собой смертность контрольного населения, стандартизованную по возрасту. За стандарт принималось возрастное распределение в МПЦ. Кратность превышения наблюдаемых показателей смертности от ЗН над «ожидаемыми» определяла степень дополнительного риска, связанного с работой в изучаемом производстве.

Результаты и их обсуждение. В комплексе производственных факторов ведущей профес-

сионально-гигиенической вредностью являются промышленные аэрозоли. Многокомпонентность рудного сырья определяет сложность химического состава пыли. Кроме основного металла она содержит и целый ряд канцерогенных веществ, таких как мышьяк, никель, свинец, кадмий, шестивалентный хром, бериллий [1, 4, 10]. Сушка и плавка концентрата сопровождаются выделением в воздух рабочей зоны бенз(а)пирена [2, 3]. Пыль шихты плавильного отделения содержит 0,2–0,6 % мышьяка, 0,05–0,09 % свинца и кадмия. В составе пыли конвертерного отделения присутствуют 0,03–0,09 % мышьяка, 0,04–4,38 % свинца и менее 0,1 % бериллия.

В ходе исследования для некоторых профессий отмечены повышенные концентрации свинца и мышьяка (до 0,1 и 0,015 мг/м³ соответственно). Содержание кадмия, бериллия и бенз(а)пирена не превышало предельно допустимой концентрации (ПДК). Таким образом, условия труда в МПЦ по содержанию канцерогенных веществ относятся к 2.0–3.1 классам вредности.

Расчет индивидуальных КР при 25-летнем стаже работы показал, что во всех изученных основных и вспомогательных профессиях МПЦ суммарный КР находился в 4-м диапазоне (более $1,0 \cdot 10^{-3}$) (табл. 1). Этот диапазон считается неприемлемым для профессиональных групп [8], что согласуется и дополняет предыдущие исследования [1, 13].

Таблица 1

Индивидуальные канцерогенные риски у рабочих медеплавильного цеха

Рабочее место	Канцерогенный риск при стаже 25 лет					Суммарный канцерогенный риск
	Канцерогенные вещества					
	As	Cd	Pb	бенз(а)пирен	Be	
Сушильщик	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$4,6 \cdot 10^{-5}$	–	–	$3,3 \cdot 10^{-3}$
Транспортерщик	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	–	–	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Шихтовщик	$5,2 \cdot 10^{-2}$	–	$4,4 \cdot 10^{-5}$	–	–	$5,3 \cdot 10^{-2}$
Загрузчик шихты	$7,9 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	–	–	$8,0 \cdot 10^{-3}$
Плавильщик	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$9,4 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	–	$4,4 \cdot 10^{-3}$
Разливщик	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$7,8 \cdot 10^{-5}$	–	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$
Конвертерщик	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$7,9 \cdot 10^{-5}$	–	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$
Машинист крана	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	–	$3,4 \cdot 10^{-3}$
Чистильщик	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$9,4 \cdot 10^{-5}$	–	–	$4,4 \cdot 10^{-3}$
Огнеупорщик	$3,4 \cdot 10^{-3}$	–	$7,6 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	–	$3,5 \cdot 10^{-3}$
Мастер	$2,6 \cdot 10^{-3}$	–	$5,4 \cdot 10^{-5}$	–	–	$2,6 \cdot 10^{-3}$
Оператор пылегазоулавливающих установок	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	–	–	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Машинист насосных установок	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$7,3 \cdot 10^{-5}$	–	–	$3,8 \cdot 10^{-3}$
Электрогазосварщик	$3,7 \cdot 10^{-3}$	–	$6,3 \cdot 10^{-5}$	–	–	$3,8 \cdot 10^{-3}$
Слесарь-ремонтник	$5,1 \cdot 10^{-3}$	–	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$5,9 \cdot 10^{-3}$
Электромонтер	$5,2 \cdot 10^{-2}$	–	$7,3 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике	$4,7 \cdot 10^{-3}$	–	$7,5 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$

Наибольшее значение КР отмечено на рабочих местах, характеризующихся интенсивным выделением пыли (шихтовщик, загрузчик шихты, транспортерщик, оператор пылегазулавливающих установок), и ряде ремонтных профессий (электромонтер, слесарь-ремонтник, слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике). Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что на всех рабочих местах максимальный вклад в значения КР обусловлен экспозицией неорганических соединений мышьяка (от 84 до 99 %). Присутствие в воздухе рабочей зоны бенз(а)пирена, бериллия, кадмия и свинца не оказало существенного влияния на значения суммарного КР.

С учетом полученных значений КР проведен расчет продолжительности приемлемого стажа работы, при котором достигается верхний предел допустимого профессионального риска (10^{-3}). В результате средний приемлемый стаж работников для МПЦ составил 5 лет.

Исследования по оценке многосредовых КР для населения, складывающихся из экспозиции канцерогенными веществами в атмосферном воздухе, питьевой воде и продуктах питания, показали, что индивидуальный КР для населения города, в котором размещено изучаемое предприятие, составил $2,3 \cdot 10^{-3}$ (4-й диапазон риска) [12]. Как и для профессионального КР, основной вклад в многосредовой КР вносит мышьяк [11].

В ходе периодического медицинского осмотра (ПМО) у рабочих, занятых в профессиях с неприемлемым КР, были определены опухолевые маркеры сыворотки крови Cyfra 21.1, CEA и NSE. Как показали наши исследования, превышение уровней опухолевых маркеров об-

наружено у 73 % осмотренных, из них у 19 % работающих были превышены уровни сразу двух онкомаркеров. У 9 % обследованных отмечено превышение онкомаркера Cyfra 21.1, у 14,5 % – выявлены высокие уровни опухолевого маркера CEA, а у 59 % – NSE.

Полученные нами данные о канцерогенной опасности медеплавильного производства нашли подтверждение в результатах эпидемиологического изучения смертности от ЗН рабочих МПЦ. Интенсивные показатели смертности рабочих-мужчин МПЦ, занятых в плавильном и конвертерном отделениях, по всем локализациям, вместе взятым, составили 153,14. А у мужчин, относящихся к населению, – 127,25 на 100 000. У занятых в производстве черновой меди рабочих превышение интенсивных показателей смертности над таковыми у населения выявлено по ЗН органов дыхания и грудной клетки (86,78 и 47,72 соответственно), в том числе по раку легких (71,47 и 43,48 соответственно). Наибольшая разница в уровнях смертности от рака легких рабочих МПЦ и контрольного населения отмечена в возрастной группе 50–59 лет (425,53 и 159,57 соответственно) ($p < 0,05$).

Как видно из табл. 2, статистически значимая кратность превышения наблюдаемой смертности над «ожидаемой» отмечена среди мужчин МПЦ по ЗН органов дыхания и грудной клетки (2,13 раза), в том числе опухолям трахеи, бронхов и легких (1,91 раза) и полости носа и гортани (6,07 раза). Кроме этого, превышение наблюдаемой смертности над «ожидаемой» отмечено по ЗН мочеполовых органов (1,72 раза), в том числе половым (4,66 раза), опухолям кишечника (1,57 раза) и прочим локализациям (3,82 раза).

Таблица 2

Отношение наблюдаемых показателей смертности от злокачественных новообразований к «ожидаемым» у мужчин медеплавильного цеха (на 100 тыс. населения)

№ п/п	Локализация новообразований	Наблюдаемые	«Ожидаемые»	Кратность отношения наблюдаемых показателей к «ожидаемым»
1	Полость рта и глотки	–	$3,70 \pm 0,88$	–
2	Органы дыхания и грудной клетки, в том числе:	$86,78 \pm 21,04$	$40,70 \pm 2,94$	2,13*
	– трахея, бронхи, легкие	$71,47 \pm 19,09$	$37,40 \pm 2,82$	1,91
	– полость носа и гортань	$15,31 \pm 8,84$	$2,52 \pm 0,73$	6,07
	– плевра и средостение	–	$0,78 \pm 0,41$	–
3	Органы пищеварения и брюшины, в том числе:	$25,52 \pm 11,41$	$43,92 \pm 3,05$	0,58
	– пищевод	–	$2,04 \pm 0,66$	–
	– желудок	$15,31 \pm 8,84$	$24,57 \pm 2,28$	0,62
	– кишечник	$10,21 \pm 7,22$	$6,49 \pm 1,17$	1,57
	– печень	–	$3,48 \pm 0,86$	–
	– поджелудочная железа	–	$5,88 \pm 1,12$	–
	– прочие	–	$1,46 \pm 0,55$	–

Окончание табл. 2

№ п/п	Локализация новообразований	Наблюдаемые	«Ожидаемые»	Кратность отношения наблюдаемых показателей к «ожидаемым»
4	Костно-мышечная система, соединительная ткань, кожа, в том числе:	–	4,32 ± 0,96	–
	– кожа	–	1,12 ± 0,49	–
	– кости и соединительная ткань	–	3,20 ± 0,82	–
5	Мочеполовые органы, в том числе:	15,31 ± 8,84	8,90 ± 1,37	1,72
	– половые органы	10,21 ± 7,22	2,19 ± 0,68	4,66
	– мочевыделительные органы	5,10 ± 5,11	6,71 ± 1,19	0,76
6	Лимфатические органы и кроветворная система	5,11 ± 5,11	5,63 ± 1,09	0,91
7	Прочие	20,42 ± 10,21	5,34 ± 1,06	3,82
8	Все локализации, вместе взятые	153,14 ± 27,94	112,51 ± 4,88	1,36

Пр и м е ч а н и е : * – различия статистически достоверны ($p < 0,05$).

Полученные результаты позволят разработать систему управления КР, включающую регламентационно-контролирующие, организационно-управленческие, технико-технологические, финансово-экономические, медико-профилактические и реабилитационные, а также информационно-образовательные мероприятия. При этом основными критериями для принятия стратегии управленческих решений должны стать обеспечение гигиенической безопасности и возможность технического достижения цели управления риском с учетом экономической эффективности принятия управленческих решений. В перспективе должны использоваться технологии страхования гражданской ответственности в связи с непредвиденным нанесением ущерба здоровью и добровольного медицинского страхования работающего населения.

Выводы:

1. При получении черновой меди КР, обусловленный экспозицией к мышьяку, кадмию,

свинцу, никелю, бериллию, бенз(а)пирену, находится в неприемлемом диапазоне при отсутствии превышения ПДК воздействующих канцерогенов и определяется, в основном, мышьяком.

2. Наибольшие значения КР отмечаются у профессий, рабочие места которых характеризуются наибольшим выделением пыли, а также при выполнении ремонтных и вспомогательных работ.

3. У большинства рабочих, занятых в профессиях с неприемлемым уровнем КР, отмечено превышение опухолевых маркеров.

4. Разница в интенсивных показателях смертности от ЗН различной локализации у работающих МПЦ и населения свидетельствует о достоверной связи новообразований с воздействием канцерогенных факторов производственной среды.

5. Полученные результаты позволят обосновать комплекс мероприятий по управлению канцерогенными рисками, обусловленными производственной деятельностью.

Список литературы

1. Адриановский В.И., Липатов Г.Я. Использование оценки профессионального канцерогенного риска для рабочих, занятых в обогащении медьсодержащих руд // Санитарный врач. – 2013. – № 10. – С. 46–49.
2. Адриановский В.И., Липатов Г.Я., Лестев М.П. Гигиеническая характеристика воздуха рабочей зоны в современном производстве черновой меди // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7. – С. 16–20.
3. Липатов Г.Я., Адриановский В.И. Выбросы вредных веществ от металлургических корпусов медеплавильных заводов // Санитарный врач. – 2013. – № 8. – С. 41–43.
4. Липатов Г.Я., Адриановский В.И., Гоголева О.И. Химические факторы профессионального риска у рабочих основных профессий в металлургии меди и никеля // Гигиена и санитария. – 2015. – № 2. – С. 64–67.
5. Мельцер А.В., Киселев А.В. Гигиеническое обоснование комбинированных моделей оценки профессионального риска // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 4. – С. 1–5.
6. Методические указания по ретроспективному изучению смертности от злокачественных новообразований в связи с возможным действием производственных факторов. – Свердловск: НИИ гигиены труда и профзаболеваний, 1980. – 23 с.
7. Оценка предикторов и маркеров злокачественных новообразований легких у работников металлургического предприятия / Ю.В. Грибова, Т.В. Бушуева, Н.А. Рослая, Е.А. Силантьева, А.К. Лабзова, О.Г. Шмодина // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2015. – № 2. – С. 32–36.
8. Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

9. Результаты и методологические аспекты оценки канцерогенной опасности субъектов хозяйственной деятельности на примере Свердловской области / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, И.А. Власов, Е.А. Кузьмина, Г.Я. Липатов, Э.Г. Плотко, В.О. Рузаков, В.И. Адриановский, Н.И. Кочнева, И.Л. Путилов // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2013. – № 4. – С. 6–8.
10. Результаты изучения пылевого фактора в пирометаллургии меди / В.И. Адриановский, Г.Я. Липатов, Н.В. Зибзеева, Е.А. Кузьмина // *Гигиена и санитария*. – 2016. – № 4. – С. 347–350.
11. Результаты многосредовой оценки риска для здоровья населения в промышленно развитых городах Свердловской области / С.В. Кузьмин, Л.И. Привалова, А.С. Корнилов, Е.А. Кузьмина, С.В. Ярушин, Э.Г. Плотко // *Уральский медицинский журнал*. – 2012. – № 10. – С. 12–14.
12. Результаты оценки канцерогенной опасности с поэтапной реализацией комплекса санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, Г.Я. Липатов, В.И. Адриановский, Н.В. Зибзеева, О.Ю. Береснева, Т.В. Бушуева, В.О. Рузаков // *Вестник уральской медицинской академической науки*. – 2015. – № 2. – С. 43–46.
13. Результаты сравнительной оценки канцерогенных рисков у работающих при разных способах получения черновой меди / Н.В. Зибзеева, Г.Я. Липатов, Е.А. Кузьмина, К.Ю. Русских // *Вестник уральской медицинской академической науки*. – 2015. – № 2. – С. 50–52.
14. Серебряков П.В. Использование оценки канцерогенного риска на горнорудных и металлургических предприятиях Заполярья // *Гигиена и санитария*. – 2012. – № 5. – С. 95–98.
15. Серебряков П.В. Подходы к оптимизации экспертизы профессиональных злокачественных новообразований // *Вестник уральской медицинской академической науки*. – 2015. – № 2. – С. 80–83.
16. Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]. – URL: <http://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-28122012-n-2580-r/> (дата обращения: 11.08.2016).
17. Arsenic and arsenic compounds [Электронный ресурс]. IARC Monographs – 100C. – 2012. – pp. 41–93. – URL: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-6.pdf> (дата обращения: 28.10.2016).
18. Chapter 27 – Biological monitoring // ILO Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. – Part IV – Tools and Approaches. – URL: http://www.ilocis.org/documents/chpt27e.htm#JD_Ch27_3 (дата обращения: 23.09.2016).
19. Lauwerys R.R., Hoet P. Industrial Chemical Exposure: Guidelines for Biological Monitoring. – CRC Press LLC, 2011, 3rd ed. – P. 36–49.
20. Neuron-specific enolase and Lung cancer / D. Karnak., S. Beder, O. Kayacan [et al.] // *Am. J. Clin. Oncol.* – 2005. – Vol. 28, № 6. – P. 586–590.

Оценка профессионального канцерогенного риска для здоровья работников предприятия по получению черновой меди / В.И. Адриановский, Г.Я. Липатов, Е.А. Кузьмина, Н.В. Злыгостева, К.Ю. Русских, Н.П. Шарипова, Т.В. Бушуева, В.О. Рузаков // Анализ риска здоровью. – 2017. – №1. – С. 98–105. DOI: 10.21668/health.risk/2017.1.11

UDC 613.6-616-057: 616-006.1

DOI: 10.21668/health.risk/2017.1.11.eng

ASSESSING OCCUPATIONAL CARCINOGENIC RISKS FOR HEALTH OF WORKERS EMPLOYED AT BLISTER COPPER PRODUCTION ENTERPRISE

V.I. Adrianovskiy^{1,2}, G.Ya. Lipatov^{1,2}, E.A. Kuz'mina¹, N.V. Zlygosteva^{1,2}, K.Yu. Russkikh¹, N.P. Sharipova², T.V. Bushueva¹, V.O. Ruzakov³

¹Yekaterinburg Medical Scientific Center for Prevention and Health Protection for workers employed at industrial enterprises, 30 Popova Str., Yekaterinburg, 620014, Russian Federation

²Ural State Medical University, 3 Repina Str., Yekaterinburg, 62002, Russia Federation

³Administration of the Federal Supervision Service for Consumer's Rights Protection and Human Welfare in the Sverdlovsk Region, 3 Otdelnyi pereulok, 620078, Russian Federation

In order to develop ideological grounds for complex assessment of industrial carcinogenic danger, we performed hygienic assessment of contribution made by working environment factors into carcinogenic risks formation for workers employed at blister copper production. The assessment included predictive values of occupational risks. We determined tumor markers levels for occupations with unacceptable levels of carcinogenic risks. We examined mortality caused by malignant neoplasms. It is shown that non-organic arsenic compounds applied in blister copper production are the main factor causing carcinogenic risks. As we calculated individual carcinogenic risks for 25-year working period we found out that total carcinogenic risks for all basic and supplementary occupations in copper-smelting workshops were within the 4th range (more than 1.0×10^{-3}). Unacceptable predictive values of carcinogenic risks for 100 % examined occupations appeared already after 5 years of work. We detected excess levels

of tumor markers in 73 % of examined workers with occupations characterized with unacceptable values of carcinogenic risks; 19 % of such workers had excess levels of two tumor markers at once. 9 % of examined workers had excess levels of Cyfra 21.1 tumor marker, 14,5 % of workers had high levels of CEA tumor marker, and 59 % of workers had high levels of NSE tumor marker. Intensive mortality indices for male workers employed at copper-smelting workshops as per all localizations amounted to 153.14, whereas they amounted to only 127.25 per 100,000 people for other population groups. Workers employed at blister copper production had higher intensive mortality indices than other people in terms of such nosologies as malignant neoplasms in respiratory organs and chest (86.78 and 47.72 correspondingly), including lung cancer (71.47 and 43.48 correspondingly). The obtained results will help to work out a system for managing carcinogenic risks which will include regulating and controlling activities, managerial activities, technical and technological measures, financial and economic activities, medical and prevention activities plus rehabilitation activities, as well as information and educational activities.

Key words: blister copper production, occupational individual carcinogenic risk, mortality caused by malignant neoplasms, tumor markers, carcinogenic risk management, arsenic, nickel, lead, cadmium.

References

1. Adrianovskii V.I., Lipatov G.Ya. Ispol'zovanie otsenki professional'nogo kantserogen'nogo riska dlya rabochikh, zanyatykh v obogashchenii med'soderzhashchikh rud [Use of estimates of professional carcinogenic risk to workers employed in the enrichment of copper containing ores]. *Sanitarnyi vrach*, 2013, no. 10, pp. 46–49 (in Russian).
2. Adrianovskii V.I., Lipatov G.Ya., Lestev M.P. Gigienicheskaya kharakteristika vozdukhha rabochei zony v sovremennom proizvodstve chernovoi medi [Hygienic characteristics of occupational air in the modern copper blister production]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2012, no. 7, pp. 16–20 (in Russian).
3. Lipatov G.Ya., Adrianovskii V.I. Vybrosty vrednykh veshchestv ot metallurgicheskikh korpusov medeplavil'nykh zavodov [Hygienic estimation of harmful substances emissions from metallurgical units of copper plants]. *Sanitarnyi vrach*, 2013, no. 8, pp. 41–43 (in Russian).
4. Lipatov G.Ya., Adrianovskii V.I., Gogoleva O.I. Khimicheskie faktory professional'nogo riska u rabochikh osnovnykh professii v metallurgii medi i nikelya [Chemical air pollution of the occupational environment as a factor for professional risk for workers of main occupations in the copper and nickel metallurgy]. *Gigiena i sanitariya*, 2015, no. 2, pp. 64–67 (in Russian).
5. Mel'tser A.V., Kiselev A.V. Gigienicheskoe obosnovanie kombinirovannykh modelei otsenki professional'nogo riska [Hygienic basis for combined models assessing occupational risks]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2009, no. 4, pp. 1–5 (in Russian).
6. Metodicheskie ukazaniya po retrospektivnomu izucheniyu smertnosti ot zlokachestvennykh novoobrazovaniy v svyazi s vozmozhnym deistviem proizvodstvennykh faktorov [Methodical guidelines on retrospective study of mortality caused by malignant neoplasms in relation to influence possibly exerted by production factors]. Sverdlovsk, NII gigieny truda i profzabolevaniy Publ., 1980, 23 p.
7. Gribova Yu.V., Bushueva T.V., Roslaya N.A., Silant'eva E.A., A.K. Labzova, Shmonina O.G., Otsenka prediktorov i markerov zlokachestvennykh novoobrazovaniy legkikh u rabotnikov metallurgicheskogo predpriyatiya [Assessment of the predictors and markers of malignant tumors in the lungs of metallurgical plant workers]. *Vestnik ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki*, 2015, no. 2, pp. 32–36 (in Russian).
8. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii himicheskikh veshchestv, zagryaznjajushhih okruzhajushhuju sredu R 2.1.10.1920-04 [Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment R 2.1.10.1920-04 P]. Moscow: Federal'nyj centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004, 143 p. (in Russian).

© Adrianovskiy V.I., Lipatov G.Ya., Kuz'mina E.A., Zlygosteva N.V., Russkikh K.Yu., Sharipova N.P., Bushueva T.V., Ruzakov V.O., 2017

Vadim I. Adrianovskiy – Candidate of Medical Sciences, associate professor; senior researcher at cancer prevention epidemiology laboratory (e-mail: adrianovsky@k66.ru; tel.: +7 (343) 253-14-56).

Georgiy Ya. Lipatov – Doctor of Medical Sciences, Professor; head of cancer prevention epidemiology laboratory (e-mail: lipatovg@ymrc.ru; tel.: +7 (343) 253-14-56).

Elena A. Kuz'mina – Candidate of Medical Sciences, head of complex hygienic problems and population morbidity prevention department (e-mail: risk@ymrc.ru; tel.: +7 (343) 371-81-29).

Natalia V. Zlygosteva – junior researcher at cancer prevention epidemiology laboratory (e-mail: kirakirazn@gmail.com; tel.: +7 (343) 253-14-56).

Kseniya Yu. Russkikh – junior researcher at cancer prevention epidemiology laboratory (e-mail: russkikh-300185@mail.ru; tel.: +7(343) 253-14-56).

Natalia P. Sharipova – Candidate of Medical Sciences, assistant at hygiene and occupational diseases department (e-mail: isaeva20a@yandex.ru; tel.: +7 (343) 214-86-93).

Tatyana V. Bushueva – Candidate of Medical Sciences, leading researcher at "Diagnostics Research Techniques" Scientific Production Association (e-mail: gribova@ymrc.ru; tel.: +7 (343) 371-27-48).

Vadim O. Ruzakov – head of Labour hygiene control department (e-mail: mail@66.rosпотреbnadzor.ru; tel.: +7 (343) 270-15-69).

9. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Vlasov I.A., Kuz'mina E.A., Lipatov G.Ya., Plotko E.G., Ruzakov V.O., Adrianovskii V.I., Kochneva N.I., Putilov I.L. Rezul'taty i metodologicheskie aspekty otsenki kantserogennoi opasnosti sub"ektov khozyaistvennoi deyatelnosti na primere Sverdlovskoi oblasti [results and methodological aspects of the carcinogenic risk assessment for economic agents through the example of the Sverdlovsk region]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2013, no. 4, pp. 6–8 (in Russian).
10. Adrianovskii V.I., Lipatov G.Ya., Zebzeeva N.V., Kuz'mina E.A. Rezul'taty izucheniya pylevogo faktora v pirometalurgii medi [Results of dust factor in copper pyrometallurgy]. *Gigiya i sanitariya*, 2016, no. 4, pp. 347–350 (in Russian).
11. Kuz'min S.V., Privalova L.I., Kornilkov A.S., Kuz'mina E.A., Yarushin S.V., Plotko E.G. Rezul'taty mnogosredovoi otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya v promyshlenno razvitykh gorodakh Sverdlovskoi oblasti [The results of the multimedia health risk assessment in industrially developed cities of the Sverdlovsk region]. *Ural'skii meditsinskii zhurnal*, 2012, no. 10, pp. 12–14 (in Russian).
12. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Lipatov G.Ya., Adrianovskii V.I., Zebzeeva N.V., Beresneva O.Yu., Bushueva T.V., Ruzakov V.O. Rezul'taty otsenki kantserogennoi opasnosti s poetapnoi realizatsiei kompleksa sanitarno-gigienicheskikh i mediko-profilakticheskikh meropriyatii [The results of the evaluation of carcinogenic hazard with a phased implementation of a set of sanitary and medical preventive measures in the context of copper smelting enterprises]. *Vestnik ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki*, 2015, no. 2, pp. 43–46 (in Russian).
13. Zebzeeva N.V., Lipatov G.Ya., Kuz'mina E.A., Russkikh K.Yu. Rezul'taty sravnitel'noi otsenki kantserogennykh riskov u rabotayushchikh pri raznykh sposobakh polucheniya chernovoi medi [The results of the comparative evaluation of carcinogenic risks in workers employed in different ways of producing blister copper]. *Vestnik ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki*, 2015, no. 2, pp. 50–52 (in Russian).
14. Serebryakov P.V. Ispol'zovanie otsenki kantserogenного riska na gornorudnykh i metallurgicheskikh predpriyatiyakh Zapolyar'ya [Using the evaluation of carcinogenic risk in the mining and metallurgical enterprises of the Arctic]. *Gigiya i sanitariya*, 2012, no. 5, pp. 95–98 (in Russian).
15. Serebryakov P.V. Podkhody k optimizatsii ekspertizy professional'nykh zlokachestvennykh novoobrazovaniy [Approaches to optimization of the occupational cancer examination process]. *Vestnik ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki*, 2015, no. 2, pp. 80–83 (in Russian).
16. Strategiya razvitiya meditsinskoi nauki v rossiiskoi federatsii na period do 2025 goda [Development strategy for medical science in the Russian Federation for the period till 2025]. Available at: <http://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-28122012-n-2580-r/> (11.08.2016) (in Russian).
17. Arsenic and arsenic compounds. IARC Monographs – 100C, 2012, pp. 41–93. Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-6.pdf> (28.10.2016).
18. Chapter 27 – Biological monitoring. *ILO Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, Part IV – Tools and Approaches. Available at: http://www.ilocis.org/documents/chpt27e.htm#JD_Ch27_3 (28.10.2016).
19. Lauwerys R.R., Hoet P. Industrial Chemical Exposure: Guidelines for Biological Monitoring. CRC Press LLC, 2001, pp. 36–49.
20. Karnak D., Beder S., Kayacan O. et. al. Neuron-specific enolase and Lung cancer. *Am. J. Clin. Oncol*, 2005, vol. 28, no. 6, pp. 586–590.

Adrianovskiy V.I., Lipatov G.Ya., Kuz'mina E.A., Zlygosteva N.V., Russkikh K.Yu., Sharipova N.P., Bushueva T.V., Ruzakov V.O. Assessing occupational carcinogenic risks for health of workers employed at blister copper production enterprise. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 1, pp. 98–105. DOI: 10.21668/health.risk/2017.1.11.eng

Получена: 09.10.2017

Принята: 02.02.2017

Опубликована: 30.03.2017