

Методологические аспекты оценки и управления профессиональными канцерогенными рисками на примере 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**

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, г. Екатеринбург, Россия

²ГБОУ ВПО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия

С 2011 г. в Свердловской области органами и учреждениями Роспотребнадзора совместно с ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП отработывается идеология комплексной оценки канцерогенной опасности предприятий. По результатам оценки экспозиции канцерогенных факторов и характеристике популяции работающих рассчитываются прогнозные значения профессионального индивидуального канцерогенного риска (КР), которые сопоставляются с рисками, связанными с непроизводственным 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) проводится 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 которого не утверждены в установленном порядке, а также оценкой доказательства связи профессии с развитием рака, установлением предикторов онкогенеза.

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

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служило крупнейшее предприятие Уральского региона, где осуществляется получение черновой меди, в медеплавильном цехе (МПЦ) которого технологические процессы включают сушку шихты, плавку, осуществляемую 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 определены 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 руководстве [8] и диссертационных исследованиях [6, 9]. КР рассчитывался для 17 профессий МПЦ, занятых в сушильном, плавильном и конвертерном отделениях, с учетом фактической экспозиции к мышьяку, кадмию, свинцу, бериллию и бенз(а)пирену (240 рабочих смен продолжительностью 8 ч).

На втором этапе у рабочих, занятых в исследуемых профессиях, проведено определение в сыворотке крови опухолевых маркеров (онкомаркеров): раковый эмбриональный антиген (СЕА) – маркер опухолей трахен, бронхов и легких, желудочно-кишечного тракта, особенно толстого кишечника, поджелудочной железы, печени, а также молочной железы, шейки матки и простаты; цифра 21.1. (Cyfra 21.1) – маркер рака легких (преимущественно плоскоклеточного, реже аденокарциномы и других гистологических типов) и мочевого пузыря; нейронспецифическая енолаза (NSE) – маркер опухолей легких, лейкозов и опухолей нейроэктодермального происхождения.

На третьем этапе проведено эпидемиологическое исследование по изучению смертности от ЗН рабочих МПЦ тех же профессий, по которым оценен КР; проведено ретроспективным методом [7]. Контролем служило население, проживающее в районе размещения изучаемого предприятия. Период исследования включал 30 лет (1976–2005 гг.). Вычислялись интенсивные показатели смертности на 100 000 чел. населения и работающих (повозрастные и общие). Помимо наблюдаемой, в изучаемых контингентах вычислялась так называемая «ожидаемая» смертность, представляющая собой смертность контрольного населения, стандартизованную по возрасту, причем 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 профессионально-гигиенической вредностью являются промышленные аэрозоли. Многокомпонентность рудного сырья определяет сложность химического состава пыли, включающей в себя, кроме основного металла, и целый ряд канцерогенных веществ, таких как мышьяк, никель, свинец, кадмий, шестивалентный хром, бериллий. Сушка и плавка концентрата сопровождается выделением в воздух рабочей зоны бенз(а)пирена [1, 5]. 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.

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 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), считающемся неприемлемым для профессиональных групп [8], что согласуется и дополняет предыдущие исследования [3].

Наибольшее значение КР отмечено на рабочих местах, характеризующихся наибольшим выделением пыли (шихтовщик, загрузчик шихты, транспортёрщик,

оператор пылегазоулавливающих установок) и ряде ремонтных профессий (электромонтер, слесарь-ремонтник, слесарь КИПиА). 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.

Таблица 1

Индивидуальные канцерогенные риски у рабочих МПЦ

Рабочее место	Канцерогенный риск при стаже 25 лет					Суммарный канцерогенный риск
	Канцерогенные вещества					
	As	Cd	Pb	Бенз(а)пирен	Be	
Сушильщик	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$4,6 \cdot 10^{-5}$	–	–	$3,3 \cdot 10^{-3}$
Транспортёрщик	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	–	–	$5,0 \cdot 10^{-3}$
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 ПГУ	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	–	–	$5,0 \cdot 10^{-3}$
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	$5,2 \cdot 10^{-2}$	–	$7,3 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
Слесарь КИПиА	$4,7 \cdot 10^{-3}$	–	$7,5 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$

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) [4]. Как и для профессионального КР, основной вклад в многосредовой КР вносит мышьяк [2].

В ходе периодического медицинского осмотра (ПМО) у рабочих, занятых в профессиях с неприемлемым КР, были определены опухолевые маркеры сыворотки крови Cyfra 21.1, СЕА и NSE. Как показали наши исследования, превышение уровней опухолевых маркеров выявлено 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 % рабочих выявлены высокие уровни опухолевого маркера СЕА, 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 переделах, 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» мужчин МПЦ (на 100 тыс. населения)

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

Примечание: * – 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 выполняющих ремонтные и вспомогательные работы.

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., Лестев М.П. Гигиеническая характеристика воздуха рабочей зоны в современном производстве черновой меди // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7. – С. 16–20.

2. 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. Зебзеева, О.Ю. Береснева, Т.В. Бушуева, В.О. Рузаков // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2015. – № 2. – С. 43–46.

3. Результаты сравнительной оценки канцерогенных рисков у работающих при разных способах получения черновой меди / Н.В. Зебзеева, Г.Я. Липатов, Е.А. Кузьмина, К.Ю. Русских // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2015. – № 2. – С. 50–52.

4. Результаты многосредовой оценки риска для здоровья населения в промышленно развитых городах Свердловской области / С.В. Кузьмин, Л.И. Привалова, А.С. Корнилков, Е.А. Кузьмина, С.В. Ярушин, Э.Г. Плотко // Уральский медицинский журнал. – 2012. – № 10 (102). – С. 12–14.

5. Липатов Г.Я., Адриановский В.И. Выбросы вредных веществ от металлургических корпусов медеплавильных заводов // Санитарный врач. – 2013. – № 8. – С. 41–43.

6. Мельцер А.В., Киселев А.В. Гигиеническое обоснование комбинированных моделей оценки профессионального риска // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 4. – С. 1–5.

7. 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.

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. Серебряков П.В. Использование оценки канцерогенного риска на горно-рудных и металлургических предприятиях Заполярья // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 95–98.

Профессиональные риски нарушения здоровья у работников, занятых добычей полезных ископаемых

**А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова, Г.Г. Гимранова,
Э.Р. Шайхлисламова, Н.А. Бейгул**

ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт
медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Одним из наиболее многочисленных контингентов, подвергающихся воздействию повышенного риска, являются рабочие, занятые добычей полезных ископаемых. Важнейшими отраслями в добыче полезных ископаемых являются добыча сырой нефти и медных руд. Интенсивное воздействие производственных факторов в данных отраслях обуславливает высокий риск нарушения здоровья работников. Это подтверждается значительным удельным весом работников во вредных условиях труда и высокими показателями профессиональной заболеваемости. Так, удельный вес работников, занятых добычей полезных ископаемых с вредными условиями труда, за последние 5 лет составил от 42,5 до 57,1 %, показатели профессиональной заболеваемости за этот же период колебались от 28,4 до 34,9 ‰.

Нами проведены клинико-гигиенические исследования на крупнейших нефтедобывающих и горно-добывающих предприятиях Поволжья и Урала. Оценка профессионального риска проведена на основании гигиенических и медико-биологических (профессиональная и производственно-обусловленная заболеваемость) критериев. Изучены условия труда на 600 рабочих местах, периодическим медицинским осмотром охвачено 7487 нефтяников и 3291 горнорабочий.

Добыча нефти в современных условиях осуществляется с использованием новых технологий и широким внедрением средств автоматизации, что создает реальные предпосылки для коренного оздоровления условий труда. В то же время