

УДК 613, 614

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ АЛТАЙСКОМ КРАЕ

© 2013 П.З. Шур¹, А.А. Шараева^{1,2}, Н.Г. Атискова¹, А.А. Ушаков³

¹ Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, г.Пермь

² Пермский государственный национальный исследовательский университет

³ Управление Роспотребнадзора по Алтайскому краю

Поступила в редакцию 02.10.2013

В работе на основании проведенной оценки риска был выявлен неприемлемый риск развития нарушений со стороны здоровья для населения Алтайского края, связанный с воздействием оксида меди и взвешенными веществами. В соответствии с этим были определены критические органы и системы – патологии органов дыхания, патологии системы крови, а также нарушения системного характера. Можно ожидать дополнительные случаи заболеваемости по следующим классам болезней – класс III (болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм) и класс X (болезни органов дыхания).

Ключевые слова: *хвостохранилище, оценка риска, коэффициент опасности, популяционный риск*

Алтайский горно-обогатительный комбинат был образован в 1981 г. на базе Золотушинского рудоуправления. Рудник был закрыт в первой половине 1990-х годов. Для остановки пылеобразования с поверхности хвостохранилищ рудника в 2007 г. началась консервация хвостохранилищ. Несмотря на это, приземный слой атмосферы испытывает неблагоприятное воздействие со стороны некоторых хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината, с поверхности которых ветром уносится значительная масса аэрозольных частиц. Эти частицы являются продуктами разрушения горных пород – отходов процесса обогащения полиметаллических руд.

Цель работы: оценка вредного воздействия выбросов от хвостохранилищ Золотушинской обогатительной фабрики в г. Горняк на здоровье населения, проживающего в зоне экспозиции (Локтевский район).

Материалы и методы. Для оценки воздействия применяли методологию оценки рисков здоровью как наиболее эффективную при решении задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. [1-4] Исходные данные для выполнения работ по оценке риска представлены Управлением Федеральной службы по

надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Алтайскому краю. Использовались данные мониторинга атмосферного воздуха (Локтевский район), выполненные на двух постах Центра гигиены и эпидемиологии Алтайского края, а также данные о численности населения изучаемых населённых пунктов (г. Горняк и пос. Кировский). Оценка риска для здоровья населения была выполнена в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04), которая включала в себя идентификацию риска, оценку зависимости «доза-ответ», оценку экспозиции и характеристики риска [5]. В качестве сценария экспозиции был принят стандартный сценарий для селитебной зоны в соответствии с Р.2.1.10.1920-04.

Результаты. В течение 2012 г. образцы проб атмосферного воздуха были исследованы по 6 показателям: взвешенные вещества, углерод оксид, углерод чёрный, азота диоксид, меди оксид, свинец. Из отобранных 200 проб атмосферного воздуха на территории г. Горняк превышение ПДК в 1,1-2,0 раза отмечалось в 9-ти пробах (4,5%) по содержанию взвешенных веществ, в 7 пробах воздуха (3,5%) по содержанию оксида углерода и в 2-ух пробах (1%) по содержанию углерода чёрного. На территории пос. Кировский из отобранных 200 проб максимальное превышение ПДК составило 1,1-2,0 раза, для взвешенных веществ – в 5 пробах (2,5%), для оксида углерода – в 2 пробах (1%), для углерода чёрного и оксида меди – в 1 пробе (0,5%).

Для анализа канцерогенных свойств исследуемых веществ обобщались российские и зарубежные данные о степени доказанности канцерогенного действия. Основными источниками сведений о наличии у исследуемого вещества

Шур Павел Залманович, доктор медицинских наук, учёный секретарь. E-mail: shur@fcrisk.ru

Шараева Анна Алексеевна, специалист по оценке риска лаборатории методов анализа внешнесредовых рисков. E-mail: sharaeva@fcrisk.ru

Атискова Нина Георгиевна, ведущий специалист по оценке риска лаборатории методов анализа внешнесредовых рисков. E-mail: atickova@fcrisk.ru

Ушаков Александр Анатольевич, начальник отдела социально-гигиенического мониторинга. E-mail: Ushakov_AA@22.rosпотребнадзор.ru

канцерогенных свойств для человека являлись: СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности» (с изменениями от 20.01.2011 г.), материалы Агентства США по охране окружающей среды (U.S.EPA), также базы данных Международного агентства по изучению рака (МАИР). В

табл. 1 приведены значения факторов наклона для анализируемых канцерогенов на исследуемой территории. Оба вещества в соответствии с классификацией МАИР обладают опасными для человека эффектами, в соответствии с классификациями U.S.EPA и СанПиН 1.2.2353-08 опасными эффектами обладает только свинец и его соединения.

Таблица 1. Сведения о канцерогенном действии изучаемых компонентов загрязнения внешней среды

Вещество	CAS	Ингаляционное поступление			
		МАИР	U.S. EPA	Россия	Sfi
углерод черный	1333-86-4	2B	-	-	0,017
свинец и его соединения	7439-92-1	2A	B2	канцероген	0,042

Примечание: МАИР – классификация Международного агентства по изучению рака (Agents Classified by the IARC Monographs, 2013г); EPA – классификация степени доказанности канцерогенности для человека U.S. EPA; Россия – СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности» (с изменениями от 20.01.2011); Sfi – фактор канцерогенного потенциала для ингаляционного пути поступления, (мг/(кгЧсут.))⁻¹. A/B – вещества, канцерогенные или вероятно канцерогенные для человека (группы 1-2 по классификации Международного агентства по изучению рака), C – возможные канцерогены для человека (вещества, канцерогенные для лабораторных животных)

В качестве параметров для оценки неканцерогенного риска использовались референтные уровни воздействия (референтные концентрации). Для оценки риска неканцерогенных эффектов при воздействии химических веществ, применялся показатель коэффициента опасности (hazard quotient) HQ, который определяется как отношение определенной экспозиции (концентрации) к референтному уровню (RfC). Величины HQ рассчитывались для условий острого и хронического воздействия [5]. Перечень референтных уровней хронического и острого воздействий в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04 приведен в табл. 2. Для характеристики риска комбинированного действия химических веществ использовались индексы опасности.

Из рассмотренных веществ оценка хронического воздействия возможна для всех 6 веществ (взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид

азота, медь, свинец, углерод чёрный), а оценка острого воздействия – для 4 веществ (взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид азота, медь), так как для остальных веществ (свинец и углерод чёрный) не представлены референтные концентрации для острого воздействия. При оценке канцерогенного риска при ингаляционном поступлении веществ использовались средние суточные дозы, усредненные с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека (70 лет). При расчете средней суточной дозы использовались стандартные значения ключевых факторов воздействия для типичных путей поступления химических веществ, приведенные в Приложении 3 Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04). Рассчитанные среднесуточные дозы в дальнейшем использовались для расчета канцерогенного риска для здоровья населения.

Таблица 2. Сведения о параметрах опасности развития неканцерогенных эффектов

Вещества	CAS	RfC, мг/м ³	Критические органы и системы	ARfC, мг/м ³	Критические органы и системы
взвешенные вещества	-	0,075	органы дыхания, смертность	0,3	органы дыхания, системное действие
оксид углерода	630-08-0	3	кровь, сердечно-сосудистая система, развитие, ЦНС	23	сердечно-сосудистая система, процессы развития
диоксид азота	10102-44-0	0,04	органы дыхания, система крови	0,72	органы дыхания
медь	7440-50-8	0,00002	органы дыхания, системное дейст.	0,1	органы дыхания
свинец	7439-92-1	0,0005	ЦНС, кровь, развитие, репродуктивная система, гормональная система, почки	-	-
углерод чёрный (сажа)	-	0,05	органы дыхания, системное действие, зубы	-	-

Таблица 3. Среднесуточные дозы канцерогенов, поступающих из атмосферного воздуха

Район	Расчётная точка	Вещество	Доза	
			взрослые	дети
Локтевский район	г. Горняк	углерод чёрный	1,42E-03	1,33E-03
		свинец и его соединения	7,69E-06	7,18E-06
	пос. Кировский	углерод чёрный	1,25E-03	1,16E-03
		свинец и его соединения	7,69E-06	7,18E-06

Канцерогенный риск оценивался при экспозиции углерода чёрного и свинца и его соединений. Результаты расчетов канцерогенного риска представлены в табл. 4. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск для взрослого населения составляет $2,15 \times 10^{-5}$ (пос. Кировский) и $2,45 \times 10^{-5}$ (г. Горняк), что оценивается как предельно допустимый риск, а для детского населения – $2,01 \times 10^{-5}$ (пос. Кировский) и $2,28 \times 10^{-5}$ (г. Горняк), что также оценивается как предельно допустимый риск. Основным компонентом, определяющим

канцерогенный риск для населения, является углерод чёрный (сажа) (CR от $1,98 \times 10^{-5}$ до $2,41 \times 10^{-5}$). В соответствии с системой критериев приемлемости канцерогенного риска, рекомендуемых Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Руководство Р 2.1.10.1920-04), рассчитанный индивидуальный риск для населения Локтевского (г. Горняк и пос. Кировский) района соответствует предельно допустимому риску.

Таблица 4. Канцерогенный риск для населения Локтевского района

Мониторинговая точка	Углерод чёрный		Свинец и его соединения		Суммарный индивидуальный канцерогенный риск	
	взрослые	дети	взрослые	дети	взрослые	дети
г. Горняк	2,41E-05	2,25E-05	3,23E-07	3,02E-07	2,45E-05	2,28E-05
пос. Кировский	2,12E-05	1,98E-05	3,23E-07	3,02E-07	2,15E-05	2,01E-05

Популяционный риск оценивался отдельно для взрослого и детского населения. По результатам его оценки было получено, что число дополнительных случаев заболеваемости для г. Горняк составит 478 человек, а для пос. Кировский – 34 человека. При оценке острого ингаляционного воздействия, связанного с загрязнением воздушной среды, использовались максимально-разовые

концентрации, полученные по результатам мониторинга. Результаты оценки острого неканцерогенного риска, представлены в табл. 5. Для свинца и углерода чёрного коэффициенты опасности острого ингаляционного воздействия не были рассчитаны, так как в соответствии с Р.2.1.10.1920-04 для них не представлены референтные концентрации для острого ингаляционного воздействия.

Таблица 5. Коэффициенты опасности острого ингаляционного воздействия

Мониторинговые точки	Взвешенные вещества	Оксид углерода	Диоксид азота	Медь
г. Горняк	2,10	0,24	0,05	0,02
пос. Кировский	2,10	0,23	0,04	0,02

Результаты расчетов коэффициентов опасности при кратковременной экспозиции выявили превышения приемлемых значений только для взвешенных веществ. Для веществ с односторонним действием рассчитаны индексы опасности. Результаты расчетов индексов опасности выявили превышение допустимых значений на исследуемых территориях до 2,2 раза. Наибольший вклад в индексы опасности развития патологии органов дыхания при острой экспозиции вносят взвешенные вещества.

Оценка хронического воздействия проводилась по среднегодовым концентрациям загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, также

полученных по результатам мониторинга. Результаты оценки хронического неканцерогенного риска, представлены в табл. 6. Коэффициенты опасности при ингаляционном хроническом поступлении превышают приемлемые значения для меди (HQ от 62 до 63) и взвешенных веществ (HQ от 3,64 до 4,03), следовательно, имеется вероятность нарушений здоровья со стороны органов дыхания, а также возникновения системных эффектов и увеличение уровня смертности. Коэффициенты опасности для оксида углерода, диоксида азота, свинца и углерода чёрного не превышают приемлемые значения [4].

Таблица 6. Коэффициенты опасности хронического ингаляционного воздействия

Мониторинговые точки	Взвешенные вещества	Оксид углерода	Диоксид азота	Медь (II) оксид	Свинец	Углерод чёрный
г.Горняк	4,03	0,77	0,56	63	0,26	0,48
пос.Кировский	3,64	0,69	0,53	62,5	0,26	0,42

Для характеристики риска комбинированного действия химических веществ использовались индексы опасности. Индексы опасности рассчитывались для веществ, оказывающих воздействия на одни и те же целевые органы и системы организма. При ингаляционном воздействии для всех исследуемых территорий имеется повышенный риск развития патологий органов дыхания (HI от 67 до 68). Наибольший вклад для г. Горняк, пос. Кировский вносит медь (HQ от 62 до 63). Также для г. Горняк и пос. Кировский имеется повышенный риск развития системных эффектов (HI от 62 до 63), наибольший вклад также вносит медь (HQ от 62 до 63). Для исследуемых территорий также имеются повышенные риски развития патологии системы крови (HI 1,59 и 1,48), в большей степени связанные с оксидом углерода и диоксидом азота. Индексы опасности развития патологии нервной системы и нарушений процессов развития находятся в пределах приемлемых значений.

По итогам проведенной оценки риска мы получили перечень вероятных ответов на воздействие компонентов аэрогенной нагрузки. В

соответствии с ними, мы можем определить приоритетные классы болезней, а также отдельные нозологические формы. Для идентификации приоритетных классов болезней по МКБ 10 необходимо суммировать индексы сравнительной неканцерогенной опасности отдельных критических систем и органов (табл. 7). Аналогично определяется соответствие критических органов и систем отдельным нозологическим формам (табл. 8) [2].

Таблица 7. Соответствие критических органов и систем классам болезней по МКБ 10

Критические органы	Классы болезней по МКБ-10
органы дыхания	Класс X. Болезни органов дыхания
система крови иммунная система красный костный мозг селезенка	Класс III. Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм

Таблица 8. Соответствие критических органов и систем нозологическим формам болезней по МКБ 10

Нозологическая форма	Критические органы и системы
анемии D50-D64	система крови
пневмония J12-J18	органы дыхания
аллергический ринит (поллиноз) J30.1	органы дыхания
хронический ринит, назофарингит и фарингит J31	органы дыхания
хронический синусит J32	органы дыхания
хронические болезни миндалин и аденоидов J35	органы дыхания
бронхит неуточненный хронический J40	органы дыхания
эмфизема J43	органы дыхания
астма J45	органы дыхания
астматический статус J46	органы дыхания

Таким образом, по результатам оценки риска, мы получили, что на исследуемой территории (Локтевский район) имеется повышенный риск развития патологий органов дыхания, системы крови, а также имеется риск развития системных эффектов. Риск развития патологий ЦНС и нарушения процессов развития находится в пределах приемлемых значений. Класс III (Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм) и класс X (Болезни органов дыхания) являются приоритетными классами болезней на данной территории. Оценка риска выступает в качестве начального этапа прогнозирования воздействия хвостохранилищ обогатительной фабрики на здоровье населения,

дальнейшие исследования можно проводить на основе эволюционных моделей [3].

Выводы: результаты исследования по оценке риска для здоровья населения, сформировавшегося в Локтевском районе Алтайского края в результате воздействия выбросов от хвостохранилищ Золотушинской обогатительной фабрики ОАО «Алтайполиметалл», выявили неприемлемый риск развития нарушений со стороны здоровья населения, связанный с воздействием оксида меди и взвешенными веществами. С учетом сложившейся санитарно-эпидемиологической ситуации имеется высокая вероятность развития патологии органов дыхания (HI до 68), нарушений системного характера (HI до 63,48) и риск развития патологии

системы крови (Н1 до 1,59). В этом случае можно ожидать дополнительные случаи заболеваемости по следующим классам болезней – класс III (Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм) и класс X (Болезни органов дыхания). В классе III основные нозологические формы – анемии, а в классе X – пневмония, аллергический ринит (поллиноз), хронический ринит, назофарингит и фарингит, хронический синусит, хронические болезни миндалин и аденоидов, бронхит не уточненный хронический, эмфизема, астма и астматический статус.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зайцева, Н.В. Комплексные вопросы управления риском здоровью в решении задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия на муниципальном уровне / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, И.В. Май и др. // Гигиена и санитария. 2007. № 5. С. 16-18.
2. Зайцева, Н.В. Определение порогов массовой неинфекционной заболеваемости и их использование в планировании надзорных мероприятий. Методические рекомендации / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, А.Л. Гусев и др. // Гигиена, токсикология, санитария. – М.: Организация госсанэпидслужбы России, 2010. 19 с.
3. Зайцева, Н.В. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей / Н.В. Зайцева, П.В. Трусов, П.З. Шур и др. // Анализ риска здоровью. 2013. № 1. С. 15-23.
4. Онищенко, Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Анализ риска здоровью. 2013. № 1. С. 14-17.
5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р.2.1.10.1920-04. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

PREDICTION THE INFLUENCE OF THE CONCENTRATING MILL TAILINGS DAMS FOR POPULATION HEALTH IN ALTAI KRAI

© 2013 P.Z. Shur¹, A.A. Sharayeva^{1,2}, N.G. Atiskova¹, A.A. Ushakov³

¹ Federal Scientific Center of Medical Preventive Technologies of Risk Management to Population Health, Perm

² Perm State National Research University

³ Department of Rospotrebnadzor in Altai Krai

In work on the basis of the carried-out risk assessment the unacceptable risk of development the violations from health for the population in Altai Krai, bound to influence of copper oxide and suspended substances was revealed. According to it the critical organs and systems – pathologies of respiratory organs, pathologies of blood system, and also violation of systemic character were defined. It is possible to expect padding cases of incidence on the following classes of diseases – class III (diseases of blood, hemopoietic organs and separate violations involving the immune mechanism) and class X (diseases of respiratory organs).

Key words: *tailings dam, risk assessment, danger coefficient, population risk*

Pavel Shur, Doctor of Medicine, Scientific Secretary.

E-mail: shur@fcrisk.ru

*Anna Sharaeva, Specialist of Risk Assessment at
Laboratory of Analysis Methods of Extramedium Risks.*

E-mail: sharaeva@fcrisk.ru

*Nina Atiskova, Leading Specialisat of Risk Assessment
at Laboratory of Analysis Methods of Extramedium*

Risks. E-mail: atickova@fcrisk.ru

*Alexander Ushakov, Head of the Social and Hygienic
Monitoring Department.*

E-mail: Ushakov_AA@22.rospotrebnadzor.ru