

15. Nazarenko A.M. Voprosy professional'noj patologii v vedushhiih otrasljah promyshlennosti. Kiev: «Zdorov'ja», 1972: 64–67.

16. Verezhnikov A.V. i dr. Gigiena truda. Kiev: «Zdorov'ja», 1966: 117–122.

Authors

Sutunkova Marina P.

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor, Yekaterinburg, Russian Federation
PhD, Senior Scientific Officer, Head of Laboratory of Environmental Toxicology
marinasutunkova@yandex.ru

Valamina Irina Ye.

Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russian Federation
PhD, Leading Scientific Officer of Central Research Laboratory

Bukharina Anna Yu.

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor, Yekaterinburg, Russian Federation
Junior Scientific Officer of Department of Toxicology and Bioprohylaxis

Grigoryeva Yekaterina V.

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor, Yekaterinburg, Russian Federation
Junior Scientific Officer of Department of Toxicology and Bioprohylaxis

Silivrov Dmitriy S.

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor, Ekaterinburg, Russian Federation
Junior Scientific Officer of Department of Toxicology and Bioprohylaxis

Popova St. 30, 620014 Yekaterinburg, Russian Federation

УДК 614.7 (470.54)

Ярушин С. В., Оранская И. И., Шевчик А. А.

МИНИМИЗАЦИЯ КАНЦЕРОГЕННЫХ РИСКОВ ПРИ ОБОСНОВАНИИ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий»

Роспотребнадзора, Екатеринбург, Российская Федерация

Резюме. В представленных материалах рассматривается сценарное моделирование по снижению канцерогенных рисков для здоровья населения в рамках обоснования санитарно-защитной зоны крупного градообразующего предприятия. Последовательно оценивались 4 варианта снижения выбросов хрома шестивалентного, который вносил 95-ти процентный вклад в формирование канцерогенного риска. С учетом оценки выполнения изучаемых сценариев с применением санитарно-технических, технологических и иных мероприятий был предложен вариант достижения значения приемлемого канцерогенного риска.

Ключевые слова: санитарно-защитная зона, хром шестивалентный, промышленное предприятие, канцерогенный риск, оценка риска

Введение

Свердловская область относится к регионам, территории которых характеризуются повышенной химической нагрузкой. Масштабность этих проблем определяется тем, что в санитарно-защитных зонах (СЗЗ) промышленных предприятий проживает более 400 000 человек или почти каждый 10 житель Свердловской области. В современных условиях проведение радикальных технологических и технических мер, исключающих вредное влияние предприятий и транспорта на окружающую среду, требует значительных сроков реализации и больших финансовых затрат. Выбор обоснованного и практически достижимого сценария управления риском является приоритетной задачей для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [1, 2].

Важной мерой по предотвращению (или снижению) неблагоприятного воздействия хозяйственной деятельности на здоровье населения является установление СЗЗ, реализующей требования по соблюдению гигиенических нормативов на ее границе и приемлемых значений риска для здоровья (для предприятий I и II класса опасности) [3]. Примером, определяющим установление границ СЗЗ по уровню риска для здоровья, может служить градообразующее предприятие, расположенное в крупном промышленном центре Свердловской области, специализирующееся на выпуске соединений хрома, для которого необходимо обосновать мероприятия, обеспечивающие приемлемые значения риска для здоровья населения на границе расчетной СЗЗ. Актуальность проведения исследований по данному предприятию обоснована еще и тем, что концентрации хрома шестивалентного в атмосферном воздухе не превышают ги-

гиенического норматива как на границе СЗЗ, так и в ближайшем жилье (данные натурных исследований, расчеты рассеивания загрязняющих выбросов), в то время как значения канцерогенного риска оцениваются на неприемлемом уровне. Уровень этого риска определяется преимущественным вкладом хрома (в пересчете на хром (VI) оксид). Хром шестивалентный является доказанным канцерогеном для человека (по классификации МАИР относится к I группе) с возможной вероятностью развития неблагоприятных эффектов в состоянии здоровья (органы дыхания, печень, почки, желудочно-кишечный тракт и иммунная система).

Цель исследования — обосновать мероприятия по управлению канцерогенным риском для здоровья населения при установлении расчетной СЗЗ предприятия при сохранении объемов производства продукции.

Задачи исследования

– оценить аэрогенный канцерогенный риск для здоровья населения в связи с деятельностью промышленного предприятия по производству соединений хрома;

– обосновать сценарии (комплекс санитарно-технических и технологических мероприятий по снижению выбросов хрома шестивалентного) управления риском, позволяющие снизить значения канцерогенного риска для здоровья при установлении СЗЗ при сохранении объема производства;

– оценить эффективность обоснованных мероприятий по управлению риском для здоровья населения на основе сценарного моделирования с учетом результатов натурных измерений концентраций хрома шестивалентного и специальных исследований на источниках выброса хрома с изучением дисперсности состава пыли.

Объектом исследования явилось предприятие по производству соединений хрома, I класса опасности с ориентировочным размером СЗЗ — 1000 м, в зону влияния которого попадают жилые территории крупного промышленного центра.

Материалы и методы

Расчет рассеивания приземных концентраций с использованием климатического файла выполнен на основании методики ОНД-86 [4] с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «Эколог», версия 3.1, с базовым блоком «СРЕДНИЕ». Оценка канцерогенного риска для здоровья населения выполнена в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 [5]. Натурные исследования выпол-

нены с отборами проб в соответствии с РД 52.04.186-89 [6], концентрации определялись фотометрическим методом с дифенилкарбозилом на границе расчетной санитарно-защитной зоны и на территории ближайшей жилой застройки. Исследование дисперсного состава пыли в источниках выбросов предприятия, проводилось с учетом ГОСТ Р 50820-95 [7] методом внутренней фильтрации, при этом пылеуловитель находился внутри газохода (отбор проводился при оптимальном уровне загрузки оборудования). Моделировалось 4 сценария с различным набором мероприятий по снижению канцерогенного риска для здоровья населения.

Результаты

На этапе идентификации опасности установлены выбрасываемые предприятием канцерогенные вещества: хром (Хром шестивалентный); бензин (нефтяной, малосернистый); углерод (Сажа); бензол; тетрахлорэтилен (Перхлорэтилен); бенз(а)пирен (3,4-Бензпирен); свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец) и этилбензол.

Результаты моделирования приземных концентраций этих канцерогенных веществ показали отсутствие превышения гигиенических нормативов, как максимально разовых, так и среднегодовых.

При этом диапазон значений суммарного канцерогенного риска составил от $2,4 \times 10^{-3}$ до $8,43 \times 10^{-3}$ практически на всей территории жилой застройки исследуемой территории и на границе расчетной СЗЗ. Наибольший вклад в индивидуальный канцерогенный риск (более 95 %) вносит хром шестивалентный. Наиболее высокие значения индивидуального канцерогенного риска отмечались на границе жилой застройки, расположенной с северной стороны от промышленной площадки предприятия.

Такие значения канцерогенного риска соответствуют 3 диапазону, неприемлемы для населения и требует разработки и проведения плановых мероприятий по управлению риском с целью его снижения (в соответствии с Р 2.1.10.1920-04). Сценарное моделирование в этом случае должно основываться на результатах более углубленной оценки различных аспектов существующих проблем и установлении степени их приоритетности по отношению к другим гигиеническим, экологическим, социальным и экономическим проблемам на данной территории.

В ходе проведения исследования был предложен ряд мероприятий, объединяемых в сценарии, направленные на уменьшение объема выбросов хрома шестивалентного и снижение значений канцерогенного риска до приемлемых уровней. Санитарно-технические и технологические мероприятия включали:

- ликвидацию отвала сульфата натрия;
- проведение модернизации системы газоочистки в цехе по производству окиси хрома (увеличена степень очистки газов на 15 % от исходных значений по данным инвентаризации);
- проведение модернизации электрофильтров печных конвейеров в цехе по производству монокромата натрия;
- замену градирни третьего оборотного цикла и градирни четвертого оборотного цикла в цехе пароснабжения (перспектива);
- рекультивацию шламовых отвалов с засаживанием их зелеными насаждениями (произведена).

При обосновании границ СЗЗ были рассмотрены 4 сценария, каждый из которых поэтапно предусматривал снижение канцерогенного риска для здоровья населения до уровня, приемлемого на границе СЗЗ и в жилой зоне. Нулевым сценарий, предусматривающий моделирование выбросов и расчет канцерогенных рисков на основании данных инвентаризации предприятия на существующее положение. Первый сценарий, который выполнялся с учетом измененного коэффициента оседания (F), он был принят равным единице. Второй сценарий учитывал коэффициент $F = 1,0$ и уве-

личение мощности очистных сооружений в цехах основного производства. Третий (итоговый) сценарий — моделирование выбросов и расчет канцерогенных рисков выполнялись с учетом коэффициента $F = 1,0$ с увеличением мощности очистных сооружений в цехах основного производства, модернизации оборудования и закрытия некоторых участков цехов.

Параметры предусмотренных сценарных мероприятий подтверждены:

- изучением дисперсного состава пыли на самом высоком источнике загрязнения (труба 64 м) и расчету коэффициента оседания. Замеры проводились 3 раза в сутки при максимальной загрузке оборудования. По результатам проведенных исследований диапазон размеров частиц составил от 0,15 до 25,3 мкм. Расчет коэффициента оседания пыли с использованием максимально возможного диаметра (25,3 мкм) в соответствии с методикой ОНД-86 подтверждает выполнение условия, при котором коэффициент оседания частиц (F) равен 1,0;

- исследованием динамики содержания шестивалентного хрома в газовом тракте газоходов пылегазоочистного оборудования. Было достоверно установлено, что при удалении от газоочистного оборудования в газоходе снижается концентрация хрома шестивалентного. Физико-химическая модель процессов с участием шестивалентного хрома позволила установить, что в газоходах возможно протекание электрохимических процессов анодного окисления железа при кислородной и водородной деполяризации, электрохимических процессов катодного восстановления хрома при кислородной деполяризации. Дополнительно, за счет образования двухвалентных форм железа, на катоде высока вероятность реакции восстановления анионов хрома;

- результатами натурных исследований среднесуточных концентраций хрома шестивалентного в атмосферном воздухе в летний период в трех точках жилой застройки, в которых установлены наибольшие значения канцерогенного риска. Установлено отсутствие превышений ПДК_{с.в.} в исследуемых жилых массивах.

Суммарный валовый выброс хрома шестивалентного после выполнения всех сценарных мероприятий составит 1,71 т/год, что на 2,95 т/год меньше от изначального объема.

По результатам сценарного моделирования оценена эффективность предложенных мероприятий и рассчитаны значения индивидуального канцерогенного риска, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты сценарного моделирования канцерогенных рисков (по пяти критическим рецепторным точкам)

Показатель	0 сценарий	1 сценарий	2 сценарий	3 сценарий
Количество выбрасываемого загрязняющего вещества	4,66	4,66	4,26	1,71
Значения канцерогенного риска в жилой застройке с северной стороны от промплощадки	$8,43 \times 10^{-3}$	$7,56 \times 10^{-4}$	$1,37 \times 10^{-4}$	$7,53 \times 10^{-5}$
Значения канцерогенного риска в жилой застройке с восточной стороны от промплощадки	$2,40 \times 10^{-3}$	$8,01 \times 10^{-3}$	$2,41 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$
Значения канцерогенного риска в жилой застройке с южной стороны от промплощадки	$7,97 \times 10^{-3}$	$9,20 \times 10^{-4}$	$1,26 \times 10^{-4}$	$7,07 \times 10^{-5}$
Значения канцерогенного риска в жилой застройке с западной стороны от промплощадки	$6,44 \times 10^{-3}$	$5,02 \times 10^{-4}$	$1,11 \times 10^{-4}$	$5,94 \times 10^{-5}$
Значения канцерогенного риска в коллективных садах	$2,40 \times 10^{-2}$	$7,34 \times 10^{-3}$	$4,00 \times 10^{-4}$	$2,06 \times 10^{-4}$

Приемлемые значения индивидуального канцерогенного риска получены при возможной реализации сценария 3. Суммарный канцерогенный риск представлен в диапазоне от $5,94 \times 10^{-5}$ до $2,06 \times 10^{-4}$, что соответствует верхней границе приемлемого риска, за исключением расчетных точек, находящихся к востоку от промышленной площадки (территория коллективного сада).

На рис. 1, представлены визуализированные варианты расчетной СЗЗ по значению канцерогенного риска в результате реализации сценариев управления риском.

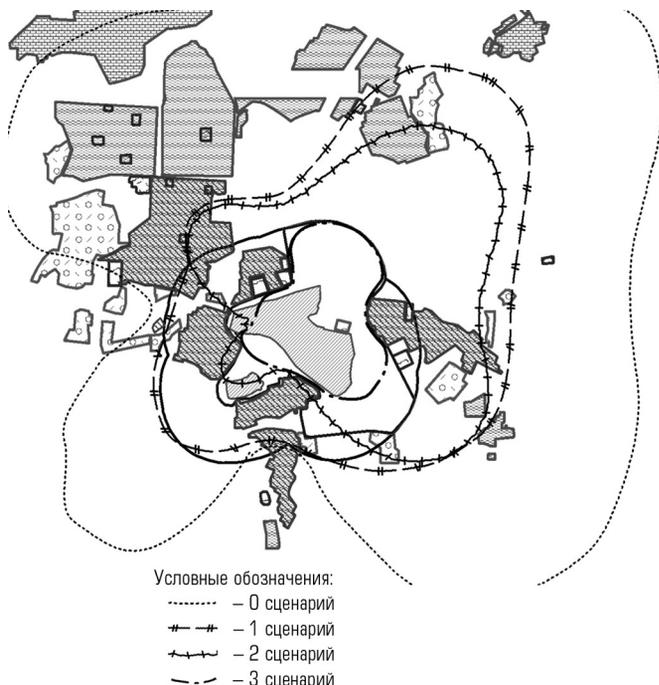


Рисунок 1. Варианты расчетной СЗЗ по значению канцерогенного риска при различных сценариях управления риском.

Таким образом, установление СЗЗ предприятия возможно после завершения комплекса сценарных мероприятий по снижению объема выбросов хрома шестивалентного, выполнения программы натуральных исследований атмосферного воздуха в точках с наибольшим значением канцерогенного риска, вынесения за границы СЗЗ коллективного сада, на территории которого риск для здоровья неприемлем, а также проведения специального эпидемиологического исследования со сравнительной оценкой уровня фактической онкологической заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния предприятия, и прогнозируемым уровнем канцерогенного риска.

Выводы

1. Результаты оценки риска для здоровья населения при обосновании СЗЗ предприятия на существующее положение показали неприемлемые значения канцерогенного риска в диапазоне от $2,4 \times 10^{-3}$ до $8,43 \times 10^{-3}$ с наибольшим вкладом в риск хрома шестивалентного во всех расчетных точках (на границе расчетной СЗЗ, в зоне жилой застройки и в других нормируемых территориях). Такой уровень риска требует разработки и проведения плановых мероприятий по управлению канцерогенным риском с целью его снижения.

2. Предложенные (реализуемые последовательно) сценарии управления канцерогенным риском для здоровья населения, направленные на снижение выбросов хрома шестивалентного (при условии сохранения объемов выпускаемой на предприятии продукции), подтвердили свою эффективность результатами сценарного моделирования. Параметры

сценарного моделирования подтверждены замерами объема выбросов в источниках, выполненными с учетом их дисперсного состава, а также выборочными натурными измерениями концентраций хрома шестивалентного в атмосферном воздухе в точках наибольшего канцерогенного риска.

3. Сценарное моделирование и оценка канцерогенного риска на его основе позволили обосновать сценарий управления риском, поэтапное выполнение мероприятий которого обеспечивают достижение приемлемых значений уровня риска (от $3,70 \times 10^{-5}$ до $2,33 \times 10^{-4}$) в рамках обоснования СЗЗ предприятия при сохранении объемов выпускаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Никонов Б.И., Ковтун О.П. и др. Реабилитация здоровья населения на экологически неблагоприятных территориях Свердловской области Медицина труда и пром. экология. 2004; 9: 9-12.
2. Гурвич В.Б. Системный подход к управлению экологически обусловленным риском для здоровья населения на примере предприятий алюминиевой промышленности: дис. д-ра мед. наук. СПб., 2008.
3. СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-3. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
4. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). Гидрометиздат, Л., 1987.
5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04. М., 2004.
6. ОНД 86, РД 52.04.212-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.
7. ГОСТ Р 50820-95. Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков

Авторская справка

Ярушин Сергей Владимирович
 ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург
 заведующий лабораторией социально-гигиенического мониторинга и управления рисками
 620014, г. Екатеринбург, ул. Попова, д. 30, тел.: (343) 371-87-34

Оранская Ирина Игоревна

oranskaya@ymrc.ru
 ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург.
 м. н. с. лаборатории социально-гигиенического мониторинга и управления рисками
 620014, г. Екатеринбург, ул. Попова, д. 30, тел.: (343) 371-87-34

Шевчик Анастасия Анатольевна

ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург
 м. н. с. лаборатории социально-гигиенического мониторинга и управления рисками

Yarushin S. V., Oranskaia I. I., Shevchik A. A. MINIMIZING RISKS FOR CANCER IN THE JUSTIFICATION THE SANITARY PROTECTION ZONE OF THE LARGE INDUSTRIAL ENTERPRISE

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and
 Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor,
 Yekaterinburg, Russian Federation

Abstract. The presentations addressed scenario modeling to reduce carcinogenic health risks under the justification of the sanitary protection zone of industrial enterprise. Were four options lower emissions of chromium VI, which has a 95 % of the contribution to the formation for carcinogenic risk. In view

of all the scenarios were obtained by the sanitary-technical, technological and other to the value of acceptable cancer risk at receptor locations. The algorithm of decision-making to reduce risks to the health of the population to acceptable levels.

Key words: sanitary protection zone, chromium VI, industrial enterprise, carcinogenic risk, risk assessment

REFERENCES

1. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Nikonov B.I., Kovtun O.P. i dr. Reabilitacija zdorov'ja naselenija na jekologicheski neblagopoluchnyh territorijah Sverdlovskoj oblasti Medicina truda i prom. jekologija. 2004; 9: 9-12.
2. Gurvich V.B. Sistemnyj podhod k upravleniju jekologicheski obuslovlennym riskom dlja zdorov'ja naselenija na primere predpriyatij aljuminievoj promyshlennosti: dis. d-ra med. nauk. SPb., 2008.
3. SanPiN 2.2.1./2.1.1.1200-3. Sanitarno-zashhitnye zony i sanitarnaja klassifikacija predpriyatij, sooruzhenij i inyh ob'ektov
4. Metodika rascheta koncentracij v atmosfernom vozduhe vrednyh veshhestv, sodержashhihsja v vybrosah predpriyatij (OND-86). Gidrometizdat, L., 1987.
5. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv, zagryznajushhih okruzhajushhuju sredu: R 2.1.10.1920-04. M., 2004.
6. OND 86, RD 52.04.212-86 Metodika rascheta koncentracij v atmosfernom vozduhe vrednyh veshhestv, sodержashhihsja v vybrosah predpriyatij.
7. GOST R 50820-95. Oborudovanie gazoochistnoe i pyleulavlivajushhee. Metody opredelenija zapylennosti gazopylevyh potokov.

Authors

Yarushin Sergey V.
Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor
Head of Social and Hygienic Monitoring and Risk Management Laboratory
Russian Federation, 620014, Yekaterinburg, Popova St. 30

Oranskaya Irina I.
oranskaya@ymrc.ru
Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor
Junior Scientific Officer of Social and Hygienic Monitoring and Risk Management Laboratory
Russian Federation, 620014, Yekaterinburg, Popova St. 30

Shevchik Anastasiya A.
Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor
Junior Scientific Officer of Social and Hygienic Monitoring and Risk Management Laboratory
Russian Federation, 620014, Yekaterinburg, Popova St. 30