

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ И УПРАВЛЕНИИ РИСКОМ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБОСНОВАНИИ РАЗМЕРА САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, 620014, Екатеринбург;

²АО «Русский Хром 1915», 623104, Первоуральск

В статье рассматривается сценарный подход к реализации мероприятий по управлению риском и снижению негативного воздействия с учётом реализации риск-ориентированного подхода к надзорной деятельности при обосновании размера санитарно-защитной зоны.

Ключевые слова: санитарно-защитная зона; оценка риска; управление риском; сценарное моделирование; канцерогенный риск; хром шестивалентный.

Для цитирования: Оранская И.И., Шевчик А.А., Ярушин С.В., Гурвич В.Б., Адамцев Е.И. Идентификация опасности при оценке и управлении риском для здоровья населения в процессе обоснования размера санитарно-защитной зоны промышленного предприятия. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(12): 1204-1207. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-12-1204-1207>

Для корреспонденции: Оранская Ирина Игоревна, науч. сотр. лаб. гигиены окружающей среды и экологии человека, ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, 620014, Екатеринбург. E-mail: oranskaya@ymrc.ru

Oranskaia I.I.¹, Shevchik A.A.¹, Yarushin S.V.¹, Gurvich V.B.¹, Adamtsev E.I.²

THE HAZARD IDENTIFICATION IN THE ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF THE HEALTH RISK OF THE POPULATION IN THE PROCESS OF THE JUSTIFICATION OF THE SIZE OF THE SANITARY PROTECTION ZONE OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

¹Ekaterinburg Medical Research Centre for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers" of the Federal Service Supervision in Sphere of Protection of the Consumers Rights and Well-being of Person in the Russian Federation, Ekaterinburg, 620014, Russian Federation;

²Russian Chrome 1915», Pervouralsk, 623104, Russian Federation

This article considers a scenario approach to the implementation of the management of risk to the health of people living in the area affected by industrial enterprises in the sanitary protection zone and reduction of negative impact factors, with taking into account the implementation of the risk-oriented approach to oversight activities.

Key words: sanitary protection zone; risk assessment; risk management; screenwriting approach; carcinogenic risk; chromium hexavalent.

For citation: Oranskaia I.I., Shevchik A.A., Yarushin S.V., Gurvich V.B., Adamtsev E.I. The hazard identification in the assessment and management of the health risk of the population in the process of the justification of the size of the sanitary protection zone of an industrial enterprise. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(12): 1204-1207. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-12-1204-1207>

For correspondence: Irina I. Oranskaia, specialist of the laboratory of the hygiene of environment and person's ecology of Ekaterinburg Medical Research Centre for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers" of the Federal Service Supervision in Sphere of Protection of the Consumers Rights and Well-being of Person in the Russian Federation, Ekaterinburg, 620014, Russian Federation. E-mail: oranskaya@ymrc.ru

Information about authors: Oranskaia I.I., <http://orcid.org/0000-0002-6669-1874>; Shevchik A.A., <http://orcid.org/0000-0002-4380-1575>; Yarushin S.V., <http://orcid.org/0000-0001-8215-9944>; Gurvich V.B., <http://orcid.org/0000-0003-0304-8686>; Adamtsev E.I., <http://orcid.org/0000-0002-4332-1512>.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment: The study had no sponsorship.

Received: 21 September 2017

Accepted: 25 December 2017

Введение

При проведении работ по оценке риска для здоровья населения от воздействия факторов среды обитания, появляется возможность выявления тех приоритетных факторов, которые могут нанести вред здоровью населению, проживающему в зоне их воздействия. Соответственно, при разработке программ мониторинга и принятии управленческих решений необходимо опираться на данные, полученные в ходе проведения работ по оценке риска для здоровья населения.

Если оценка риска является процессом установления связи экспозиции с эффектами, анализа и интерпретации данных, то управление риском включает принятие управленческих решений с целью минимизации негативного воздействия.

Проведение оценки и управление риском для здоровья в рамках выполнения требований, предусмотренных санитарным законодательством по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего

на территории субъекта Российской Федерации, должно осуществляться прежде всего в отношении производственных объектов, отнесённых в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 17.08.2016 г. № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» к категориям чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска [1].

При этом оценка и управление риском для здоровья целесообразны в тех случаях, когда уровни вредного воздействия на человека различных факторов не соответствуют гигиеническим нормативам, а также в том случае, если промышленные объекты относятся к 1–3 категориям по классификации риск-ориентированного надзора [2].

В процессе выполнения работ по оценке риска для здоровья населения наиболее важным этапом является идентификация опасности. Описание и оценка неопределённостей на этапах

идентификации опасности и оценки экспозиции, является неотъемлемой частью работы по оценке химического риска для здоровья населения. Чем меньше неопределенностей, тем точнее можно оценить зависимость «доза – ответ», спланировать исследования экспозиции и, в конечном счете, повысить полноту и достоверность на этапе характеристики риска.

Важной мерой по предотвращению (или снижению) неблагоприятного воздействия хозяйствующих субъектов на здоровье населения является установление размера санитарно-защитной зоны (далее СЗЗ), реализующей требования по соблюдению гигиенических нормативов на её границе, а также в ближайших нормируемых территориях с целью обеспечения приемлемых значений риска для здоровья [3].

Материал и методы

Расчёт рассеивания приземных концентраций с использованием климатического файла выполнен на основании методики ОНД-86 [4] с использованием унифицированной программы расчёта загрязнения атмосферы «Эколог», версия 3.1, с базовым блоком «СРЕДНИЕ» [5]. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения выполнена в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 [6]. Натурные исследования выполнены с отборами проб в соответствии с РД 52.04.186-89, концентрации хрома шестивалентного определялись фотометрическим методом с дифенилкарбозилом на границе расчётной санитарно-защитной зоны и на территории ближайшей жилой застройки.

Примером, определяющим установление границ СЗЗ по уровню риска для здоровья, может служить градообразующее предприятие, расположенное в крупном промышленном центре Свердловской области, специализирующееся на выпуске солей хрома, для которого необходимо обосновать комплекс мероприятий, обеспечивающий приемлемые значения риска для здоровья населения на границе расчётной СЗЗ и в ближайших нормируемых территориях. Актуальность проведения исследований по данному предприятию обоснована ещё и тем, что концентрации хрома шестивалентного в атмосферном воздухе не превышают гигиенического норматива как на границе СЗЗ, так и в ближайшем жилье (данные натурных исследований, расчёты рассеивания загрязняющих выбросов), в то время как значения канцерогенного риска оцениваются на неприемлемом уровне. Уровень этого риска определяется преимущественным вкладом (95%) хрома (в пересчете на оксид хрома (VI)). Хром шестивалентный является доказанным канцерогеном для человека (по классификации МАИР относится к I группе) с возможной вероятностью развития неблагоприятных эффектов в состоянии здоровья органов дыхания, печени, почек, желудочно-кишечного тракта и иммунной системы.

В ходе проведения работ по оценке риска для здоровья населения от воздействия предприятия по производству солей хрома были выявлены неприемлемые риски возникновения неблагоприятных эффектов на здоровье населения.

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

Результаты моделирования приземных концентраций этих канцерогенных веществ с использованием унифицированной программы расчёта загрязнения атмосферы показали отсутствие превышения гигиенических нормативов как максимально разовых, так и среднегодовых.

Оценка канцерогенного риска для здоровья населения выполнена в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Расчет индивидуального канцерогенного риска осуществлён с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала (фактор наклона был принят равным 42,0, единичный риск – 12,0). Для хрома шестивалентного дополнительная вероятность развития рака у индивидуума на всём протяжении жизни (CR) оценивалась с учётом величины единичного риска (UR) по следующей формуле:

$$CR = LADC \cdot UR,$$

где LADC – средняя концентрация вещества в исследуемом объёме окружающей среды за весь период усреднения экспозиции (мг/м^3); UR – единичный риск для воздуха (риск на 1 мг/м^3).

Исследование дисперсного состава пыли в источниках выбросов предприятия проводилось с учётом ГОСТ Р 50820-95 методом внутренней фильтрации, при этом пылеуловитель находился внутри газохода (отбор проводился при оптимальном уровне загрузки оборудования). Проведение исследования по оценке уровня трансформации хрома шестивалентного в газовом тракте газоходов пыле-газоочистного оборудования осуществлялось в приоритетных источниках загрязнения атмосферного воздуха при производстве солей хрома. Отбор проб пыли осуществлялся в соответствии с ГОСТ Р 50820-95 методом внешней фильтрации с оптимальным уровнем загрузки оборудования в соответствии с нормами технологического режима и производственного регламента. Моделировались 4 сценария с различным набором мероприятий по снижению канцерогенного риска для здоровья населения.

Результаты

На этапе идентификации опасности зачастую возникают ошибки в прогнозировании путей поступления и трансформации химических веществ в различных средах. В ходе работы были получены низкие концентрации хрома шестивалентного в атмосферном воздухе при проведении натурных измерений в жилой застройке в зоне влияния производства солей хрома, не соответствующие результатам моделирования рассеивания, что вызвало необходимость в уточнении параметров выброса хрома шестивалентного.

Диапазон значений суммарного канцерогенного риска составил от $2,4 \cdot 10^{-3}$ до $8,43 \cdot 10^{-3}$ практически на всей территории жилой застройки, садовых участков, расположенных на исследуемой территории и на границе расчётной 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 требуемому диапазону, неприемлемому для населения и требующему разработки и проведения плановых мероприятий по управлению риском с целью его снижения. Сценарное моделирование, применённое для реализации управления прогнозным значением риска, было основано на результатах более углублённого исследования 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, направленных на уменьшение объёма 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 и градирни четвёртого оборотных циклов в цехе пароснабжения;
- 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, в жилой зоне и на территории садовых участков. Нулевой сценарий, предусматривающий моделирование выбросов и расчёт канцерогенных рисков рассчитывался на основании данных инвентаризации предприятия на существующее положение. Первый сценарий, который выполнялся с учётом изменённого коэффициента оседания (F), был принят равным 1. Второй

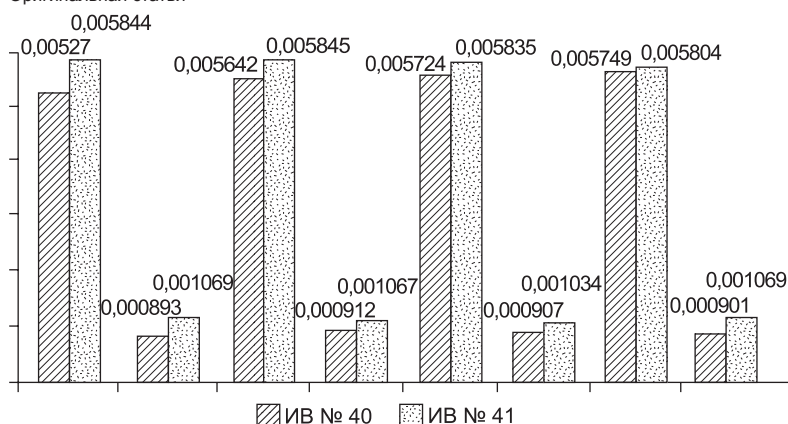


Рис. 1. Динамика изменения концентраций хрома шестивалентного в газоходах.

сценарий учитывал коэффициент $F = 1,0$ и увеличение мощности очистных сооружений в цехах основного производства. Третий (итоговый) сценарий – моделирование выбросов и расчёт канцерогенных рисков – выполнялся с учётом коэффициента $F = 1,0$ с увеличением мощности очистных сооружений в цехах основного производства, модернизации оборудования и закрытия некоторых участков цехов [7].

Параметры предусмотренных сценарных мероприятий подтверждены следующими работами:

- изучением дисперсности и скорости оседания загрязняющих веществ в рамках оценки путей воздействия на человека;
- изучением трансформации загрязняющих веществ в различных средах в целях уточнения путей воздействия на человека;
- результатами натурных исследований среднесуточных концентраций хрома шестивалентного в атмосферном воздухе в летний период в трех точках жилой застройки, в которых определены наибольшие значения канцерогенного риска;
- разработкой программы дополнительного мониторинга в зоне воздействия предприятия на территориях коллективных садов.

Изучение дисперсности и скорости оседания загрязняющих веществ в рамках оценки путей воздействия на человека. Согласно ОНД-86 величина коэффициента оседания F изменяется от 1 до 3 в зависимости от состава пыли и эффективности пылегазоочистки, установленной на источнике. При этом величина коэффициента может быть уточнена, если имеются данные о распределении массы выбрасываемых частиц по размерам. Изучение дисперсности выполнено на наиболее высоком источнике загрязнения атмосферного воздуха (ввиду возможности переброса), из раннее выбранных приоритетных источников загрязнения. На изучаемом предприятии таким источником явилась труба высотой 64 м с диаметром устья 2,7 м. Отбор проб проводился при максимальной нагрузке оборудования в соответствии с нормами технологического режима производства. Выбор точек отбора был осуществлён в соответствии с ГОСТ Р 50820-95. Перед каждым проведением измерений определялось поле скоростей газов по измерительному сечению, согласно ГОСТ 17.2.4.06-90. Пробы отбирались в соответствии с ГОСТ Р 50820-95 методом внутренней фильтрации. Пылеуловитель был расположен внутри газохода источника. Анализ распределения частиц по размерам выполнен на анализаторе дисперсности SALID Shimadzu. Среднее значение диаметра частиц составило $4,0 \pm 0,2$ мкм. Максимум распределения – 3,6 мкм. По результатам проведённых измерений, диаметр частиц варьировал от 0,15 до 25,3 мкм.

Расчёт коэффициента оседания пыли проведён по формуле Стокса:

$$V_g = \frac{10^{-8} \cdot g \cdot \rho \cdot d_g^2}{18 \cdot n},$$

где V_g – определяется в см/с; $g \approx 981$ см/с²; ρ – плотность частиц (г/см³); n – динамическая плотность воздуха (г/см³); d_g – диаметр частиц (см).

Расчёт коэффициента осаждения пыли с использованием максимально возможного диаметра (25,3 мкм) в соответствии

с ОНД – 86 подтверждает выполнение условий, при которых коэффициент оседания F равен 1.

Изучение трансформации загрязняющих веществ в различных средах в целях уточнения путей воздействия на человека. Исследования по оценке уровня трансформации хрома шестивалентного в газовом тракте газоходов пыле-газоочистного оборудования было проведено в приоритетных источниках загрязнения атмосферного воздуха при производстве солей хрома. Были определены пробоотборные площадки на газовых трактах, при этом между двумя пробоотборными точками на разных участках газоходов расстояние составило 47 м. Отбор проб пыли осуществлялся в соответствии с ГОСТ Р 50820-95 методом внешней фильтрации с оптимальным уровнем загрузки оборудования в соответствии с нормами технологического режима и производственного регламента. Лабораторные исследования проводены в аккредитованной лаборатории. Измерения проводились в течение 4-х дней при штатной работе производства солей хрома. На рис. 1 представлена динамика изменения выбросов хрома шестивалентного в газоходах от источников выбросов № 40 (печной конвейер № 1) и № 41 (печной конвейер № 3), при этом точка № 1 располагается в 9 метрах до дымососа, точка № 2 располагается в двух метрах до дымовой трубы. Средняя концентрация хрома шестивалентного в точке № 2 относительно точки № 1 снижается почти в 6 раз.

Обоснована физико-химическая модель трансформации хрома шестивалентного, характеризующаяся преобразованием вещества в газоходах за счёт протекания электрохимических процессов анодного окисления железа при кислородной и водородной деполяризации и электрохимических процессов катодного восстановления хрома при кислородной деполяризации. Дополнительно, за счёт образования двухвалентных форм железа, на катоде высока вероятность реакции восстановления анионов хрома. Продукты электрохимических реакций пассивируют* металлическую поверхность стенок газоходов, однако за счёт абразивного воздействия частиц пыли пассивирующая плёнка удаляется. По результатам исследования установлено достоверное снижение концентраций изучаемого вещества при удалении от газоочистного оборудования.

Получено обоснование для снижения неопределённости, связанной с трансформацией хрома шестивалентного в газоходах. Уточнены данные о параметрах выброса хрома шестивалентного и, соответственно, о расчётных концентрациях хрома шестивалентного в жилой застройке в зоне влияния производства солей хрома.

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

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

* Пассивация – метод защиты металлов от коррозии.

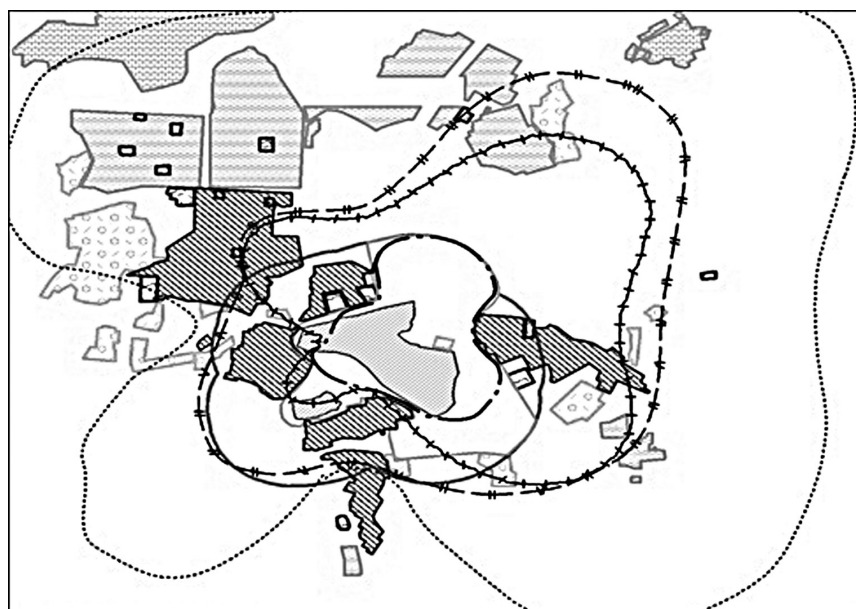


Рис. 2. Варианты расчётной СЗЗ по значению канцерогенного риска при различных сценариях управления риском.

Результаты натурных исследований среднесуточных концентраций хрома шестивалентного в атмосферном воздухе в летний период в трёх точках жилой застройки, в которых определены наибольшие значения канцерогенного риска. Установлено отсутствие превышений среднесуточных ПДК 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 объёма.

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

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

Разработка программы дополнительного мониторинга в зоне воздействия предприятия на территориях коллективных садов с выявленными неприемлемыми значениями канцерогенного риска с целью подтверждения многолетнего накопления в различных объектах окружающей среды загрязняющих веществ. Соответственно для комплексной оценки влияния предприятия в данной нормируемой территории необходимо провести дополнительный мониторинг водных объектов, почвы и продуктов питания.

На рис. 2 представлены визуализированные варианты расчётной СЗЗ по значению канцерогенного риска в результате реализации сценариев управления риском.

После разработки сценариев по снижению выбросов шестивалентного хрома, в целях подтверждения их эффективности, была разработана программа мониторинга атмосферного воздуха (по хрому шестивалентному) и дополнительно программа натурных исследований воды, почвы и продуктов питания в районе воздействия предприятия с учётом неприемлемых значений риска в нормируемых территориях (коллективные сады).

Выводы

1. Оценка и управление риском при обосновании санитарно-защитной зоны является эффективным инструментом реализации адекватных мер по обеспечению санитарно-эпидемиоло-

гического благополучия населения; позволяет комплексно оценить приоритетные направления по снижению негативного воздействия, а значит появляется возможность рассматривать сценарный подход к управлению риском.

2. Снижение неопределённости на этапе идентификации опасности оказывает существенное влияние на последующую работу по оценке, характеристике и управлению риском.

3. Снижение неопределённости на этапе идентификации опасности и сценарный подход к моделированию позволяет выбрать наиболее эффективные и значимые направления по обеспечению приемлемых уровней риска для здоровья экспонируемого населения, что позволяет дополнить риск-ориентированную модель надзора расчётной моделью по обоснованию приоритетных направлений для последующего их контроля.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А., Мишина А.Л. Оценка риска для здоровья населения при решении задач оптимизации управления качеством окружающей среды в России: состояние и перспективы. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(6): 5-8.
2. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Никонов Б.И., Ковтун О.П., Пахальчак Г.Ю., Ярушин С.В. и др. Реабилитация здоровья населения на экологически неблагополучных территориях Свердловской области. *Медицина труда и промышленная экология*. 2004; (9): 9-12.
3. СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-3. «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». М.; 2008.
4. ОНД 86, РД 52.04.212-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. М.; 1987.
5. Методические указания по расчету усредненных за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ. СПб.; 2005.
6. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.; 2004.
7. Ярушин С.В., Оранская И.И., Шевчик А.А. Минимизация канцерогенных рисков при обосновании санитарно-защитной зоны крупного промышленного предприятия. *Вестник Уральской медицинской академической науки*. 2015; (2): 89-92.

References

1. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislicin V.A., Mishina A.L. Assessment of the risk to public health in addressing the optimization of environmental quality management in Russia: The state and prospects. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93(6): 5-8. (in Russian)
2. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Nikonov B.I., Kovtun O.P., Pakhal'chak G.Yu., Yarushin S.V., et al. Rehabilitation of public health in ecologically unfavorable territories of the Sverdlovsk region. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2004; (9): 9-12. (in Russian)
3. SanPiN 2.2.1./2.1.1.1200-3. «Sanitary protection zones and sanitary classification of enterprises, structures and other objects». Moscow; 2008. (in Russian)
4. OND 86, RD 52.04.212-86. Method for calculating the concentrations in the air of harmful substances contained in the emissions of enterprises. Moscow; 1987. (in Russian)
5. Methodological instructions for calculating the averaged over a long period of concentrations of harmful substances emitted to the atmosphere. St. Petersburg; 2005. (in Russian)
6. R 2.1.10.1920-04. Guidelines for assessing the health risks of the public when exposed to environmental pollutants. Moscow; 2004. (in Russian)
7. Yarushin S.V., Oranskaya I.I., Shevchik A.A. Minimizing risks for cancer in the justification the sanitary Protection zone of the large Industrial enterprise. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*. 2015; (2): 89-92. (in Russian)

Поступила 21.09.17
Принята к печати 25.12.17