

КАЧЕСТВО СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И РИСК ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

¹ ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь;

² Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области, 664003, Иркутск

Показано, что на селитебной территории, находящейся под воздействием выбросов предприятий цветной металлургии и деревообрабатывающей промышленности, качество атмосферного воздуха не соответствует требованиям гигиенических нормативов содержания в атмосферном воздухе взвешенных веществ (≤ 4 ПДК_{мр}, $\leq 12,5$ ПДК_{сс}), фенола ($\leq 5,6$ ПДК_{мр}, $\leq 4,83$ ПДК_{сс}), формальдегида ($\leq 1,56$ ПДК_{мр}, $\leq 6,58$ ПДК_{сс}), фтористых газообразных соединений ($\leq 3,75$ ПДК_{мр}, $\leq 12,4$ ПДК_{сс}) и др. Качество питьевой воды системы централизованного водоснабжения из поверхностного водоисточника соответствует гигиеническим нормативам, а в питьевой воде из подземного водоисточника превышены гигиенические нормативы содержания железа (до 1,1 ПДК, 3,6% проб). Также на территории исследования наблюдаются превышения предельно допустимых концентраций в почве свинца до 2,09 ПДК (7,84% проб) и фтора до 4,68 ПДК (87,04% проб). Индивидуальный канцерогенный риск для детского населения исследуемой территории составляет, в среднем $1,18 \cdot 10^{-3}$, для взрослого населения, в среднем $5,25 \cdot 10^{-3}$, и превышает приемлемый уровень канцерогенного риска до 52,5 раз. Индивидуальный неканцерогенный риск при кратковременном воздействии химических веществ до 9 раз выше приемлемого уровня. Индивидуальный неканцерогенный риск при хроническом многосредовом поступлении изучаемых химических веществ, превышает допустимое значение суммарного индекса опасности до 33,4 раза в отношении нарушений со стороны органов дыхания. Приоритетными факторами, определяющими уровень риска здоровью населения, являются химические вещества, присутствующие в выбросах предприятий, производящих первичный алюминий (бенз(а)пирен, фториды, серы диоксид, взвешенные вещества) и целлюлозу (фенол, метилмеркаптан).

Ключевые слова: гигиеническая оценка; качество среды обитания; риск здоровью; многофакторная и много-средовая химические нагрузки.

Для цитирования: Вековшинина С.А., Клейн С.В., Жданова-Заплевичко И.Г., Четвёркина К.В. Качество среды обитания и риск здоровью населения, проживающего под воздействием выбросов предприятий цветной металлургии и деревообрабатывающей промышленности. Гигиена и санитария. 2018; 97(1): 16-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-1-16-20>

Для корреспонденции: Вековшинина Светлана Анатольевна, зав. лаб. методов оценки соответствия и потребительских экспертиз, 614045, Пермь, ул. Монастырская. E-mail: veksa@fcrisk.ru

Vekovshinina S.A.¹, Kleyn S.V.¹, Zhdanova-Zaplevichko I.G.², Chetverkina K.V.¹

THE QUALITY OF ENVIRONMENT AND RISK TO HEALTH OF THE POPULATION RESIDING UNDER THE EXPOSURE TO EMISSIONS FROM COLORED METALLURGY ENTERPRISES AND WOOD PROCESSING INDUSTRY

¹ Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;

² Department of the Federal Service on Customers' Rights Protection and Human Well-Being Surveillance for the Irkutsk region, Irkutsk, 664003, Russian Federation;

In the residential area under the impact of emissions from non-ferrous metallurgy and woodworking industry, the quality of atmospheric air was shown to fail to meet the requirements of hygienic standards for the content of suspended solids in air [≤ 4 MPC for maximal single dose (MPC_{msd}), ≤ 12.5 MPC for average daily dose (MPC_{add}), phenol (≤ 5.6 MPC_{msd}, ≤ 4.83 MPC_{add}), formaldehyde (≤ 1.56 MPC_{msd}, ≤ 6.58 MPC_{add}), fluoride gaseous compounds (≤ 3.75 MPC_{msd}, ≤ 12.4 MPC_{add}), etc. The quality of potable water in the centralized water supply system from surface water source corresponds to hygienic standards but, and in drinking water from the underground water source hygienic standards of iron content are exceeded (up to 1.1 MPC, 3.6% of samples). Also, in the study area, exceedances of permissible concentrations in lead soils are observed up to 2.09 MAC (7.84% of samples) and fluorine up to 4.68 MPC (87.04% of samples). The individual carcinogenic risk for the children of the study area is, on average, $1.18 \cdot 10^{-3}$, for the adult population, an average of $5.25 \cdot 10^{-3}$, and exceeds the acceptable level of carcinogenic risk by about 52.5 times. The individual non-carcinogenic risk for the short-term exposure to chemicals is by up to 9 times higher than the acceptable level. The individual non-carcinogenic risk for the chronic multimodal intake of the studied chemicals exceeds the permissible value of the total hazard index by to 33.4 times with respect to respiratory disorders. Priority factors that determine the level of risk to public health are chemicals present in emissions from enterprises producing primary aluminum (Benz(a)pyrene, fluorides, sulfur dioxide, suspended substances) and cellulose (phenol, methyl mercaptan).

Key words: hygienic assessment; quality of habitat; health risk; multifactorial and multicenter chemical loads.

For citation: Vekovshinina S.A., Kleyn S.V., Zhdanova-Zaplevichko I.G., Chetverkina K.V. The quality of environment and risk to health of the population residing under the exposure to emissions from colored metallurgy enterprises and wood processing industry. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(1): 16-20. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-1-16-20>

For correspondence: Svetlana A. Vekovshinina, MD, Head of the Laboratory of compliance and consumer expertise assessment methods, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: veksa@fcrisk.ru

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 15 September 2017

Accepted: 25 December 2017

Цветная металлургия как составная часть металлургической промышленности является одной из базовых отраслей промышленного производства России. Доля цветной металлургии в ВВП страны составляет около 2,3%, промышленном производстве – 3,8%, экспорте – 3,6%. В структуре отрасли основной объём отгрузки приходится на добычу и обогащение руд цветных металлов (24–30%), производство алюминия (22–24%), никеля (8–24%) и меди (16–20%) [1]. Предприятия цветной металлургии являются источниками выбросов широкого спектра химических веществ в окружающую среду. Состав выбросов определяется доминирующими компонентами руд: сера, азот, углерод, медь, железо, алюминий, никель, кобальт и др. [2]. На долю предприятий цветной металлургии приходится пятая часть выбросов российской промышленности в атмосферу.

Целлюлозно-бумажная промышленность также относится к ведущим отраслям народного хозяйства страны. Индексы производства в части обработки древесины и производства изделий из дерева составили в Российской Федерации в 2016 г. по сравнению с 2015 г. 102,8%; производства целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона и изделий из них – 105,4%. Именно производство целлюлозы является основным загрязнителем атмосферного воздуха и водоёмов. Наиболее характерными загрязняющими веществами данной отрасли являются твёрдые вещества (29,8% суммарного выброса в атмосферу), диоксид углерода (28,2%), диоксид серы (26,7%), оксиды азота (7,9%), толуол (1%), сероводород (0,9%), ацетон (0,5%), ксилол (0,45%), бутилацетат (0,4%), этилацетат (0,4%), формальдегиды (0,1%), метилмеркаптан (0,2%).

Предприятия цветной металлургии и деревообрабатывающей промышленности, оказывающие воздействие на исследуемую территорию, являются градообразующими, поэтому сложившаяся неблагоприятная ситуация с загрязнением атмосферного воздуха и почвы является основной причиной многочисленных жалоб населения на неудовлетворительные условия проживания и повышенную заболеваемость. Население связывает нарушения здоровья с загрязнением внешней среды в первую очередь с загрязнением атмосферного воздуха.

Жалобы населения послужили основанием для проведения комплексной гигиенической оценки качества среды обитания и оценки риска здоровью населения, проживающего под воздействием многофакторной и многосредовой химической нагрузки [3–11].

Цель исследования состояла в комплексной гигиенической оценке качества объектов среды обитания (атмосферный воздух, питьевая вода, почва) и оценке риска здоровью населения, проживающего под воздействием выбросов предприятий цветной металлургии и деревообрабатывающей промышленности.

Материал и методы

В качестве территории исследования был выбран один из жилых районов городской агломерации, находящийся под воздействием выбросов двух крупнейших российских предприятий. Одно из них специализируется на производстве первичного алюминия, глинозёма и фтористых солей, другое – на производстве целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона и изделий из них.

Качество среды обитания территории исследования оценивали по данным лабораторных исследований, выполненных в рамках социально-гигиенического мониторинга за 2013–2016 гг. Всего на территории исследования отобрано и проанализировано 5890 разовых и 432 суточных проб атмосферного воздуха в шести точках наблюдений на содержание 26 химических примесей.

При реализации программы наблюдений за качеством атмосферного воздуха и анализе полученных результатов учитывали положения СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населённых мест», РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнений атмосферы», ГОСТ 17.2.3.07-86 «Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населённых пунктов», ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест», ГН 2.1.6.2309-07

«Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест». Порядок отбора проб атмосферного воздуха был скоординирован, равномерно охватывал все сезоны года, отражал все метеорологические условия, в том числе неблагоприятные.

Отбор и анализ проб питьевой воды систем централизованного водоснабжения исследуемой территории проводили с учётом требований СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения», ГОСТ 31862-2012 «Вода питьевая. Отбор проб», ГН 2.2.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

При гигиенической оценке качества питьевой воды принимали во внимание, что централизованное питьевое водоснабжение населения осуществляется как из поверхностного, так и из подземного водоисточника. При подаче населению вода не смешивается. На территории исследования, водоснабжение которой производится из поверхностного водоисточника с использованием систем питьевого централизованного водоснабжения, в пяти точках наблюдения было отобрано 833 пробы питьевой воды, в которых определяли содержание 25 химических веществ.

На исследуемой территории, население которой использует воду подземного водоисточника, в четырёх точках наблюдения было отобрано 636 проб питьевой воды. Определяли содержание в питьевой воде 26 химических веществ.

Отбор и анализ проб почвы на исследуемой территории выполняли с учётом требований СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы», ГОСТ 17.4.4.02-84 «Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа», ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве», ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве».

На исследуемой территории за период наблюдений в пяти точках было отобрано 482 пробы почвы, в которых определяли содержание 7 химических веществ.

Оценку риска здоровью населения, обусловленного химическим загрязнением объектов среды обитания, проводили в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04).

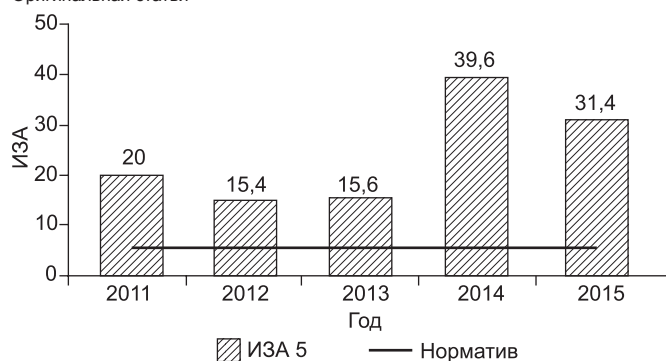
В исследование по оценке риска здоровью, связанного с воздействием загрязнённого атмосферного воздуха, были включены 16 химических веществ для оценки острого ингаляционного воздействия и 25 веществ для оценки хронического ингаляционного воздействия. Оценку риска здоровью населения исследуемой территории, обусловленного поступлением химических веществ пероральным путем, выполняли с учётом экспозиции 14 химических веществ, поступающих в организм с питьевой водой, и 12 химических веществ, поступающих с почвой.

Оценку риска выполняли в 6 точках отбора проб атмосферного воздуха на исследуемой территории, в 5 точках наблюдения за качеством водопроводной воды из поверхностного водоисточника и 4 точках наблюдения – из подземного, а также в 5 точках отбора проб почв.

Для расчёта уровней экспозиции как в условиях ингаляционного, так и перорального поступления химических веществ использовали 95%-й перцентиль концентраций, полученных по результатам лабораторных исследований качества атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы, выполненных в соответствии с Программой исследования.

Результаты

По данным отчетов «2-тп воздух», на протяжении последних пяти лет доля предприятия по производству первичного алюминия в валовом выбросе от стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха городской агломерации составляет от 70,3 до 71,9%, предприятия по производству целлюлозы – от 3,4 до 4,7%. Вклад выбросов автотранспорта в загрязнение атмос-



Динамика индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) исследуемой территории.

ферного воздуха исследуемой территории составляет порядка 0,2% от суммарного объема выбросов стационарных и передвижных источников.

По данным многолетних исследований, основными факторами опасности, характерными для выбросов в атмосферу стационарными источниками предприятий, включенных в исследование, являются органические и неорганические соединения: фтористый водород, фториды, бенз(а)пирен, формальдегид, фенол, алюминий, хром, марганец, аммиак, хлористый и цианистый водород, метилмеркаптан, оксид углерода, сероуглерод, алюминий.

Деятельность предприятий сопровождается значительным загрязнением объектов среды обитания (атмосферного воздуха, почвы) исследуемой территории. На протяжении последних пяти лет индекс загрязнения атмосферы исследуемой территории (ИЗА), обусловленный концентрациями сероуглерода, формальдегида, бенз(а)пирена, фтористого водорода и взвешенных веществ превышает норму в 3,1–7,9 раза (рисунок).

В поверхностном слое почв исследуемой территории концентрация валовой формы фтора как в поверхностных (5 см), так и в более глубоких (от 5 до 10 см) слоях почв, превышает фоновую концентрацию в 24–46 раз.

На исследуемой территории часто, особенно в зимний период, формируются неблагоприятные для рассеивания примесей метеорологические условия. Максимальная повторяемость приподнятых и приземных инверсий составляет 70 и 73%, соответственно. Часты условия штиля и слабого ветра до 1 м/с (40% случаев наблюдения в течение года). Условия рассеивания осложняются крупнохолмистым рельефом города с большим перепадом высот. Как следствие, пылегазовые выбросы предприятий формируют повышенное загрязнение приземного слоя атмосферы.

Установлено, что за период с 2014 по 2016 г. на территории исследования в атмосферном воздухе наблюдались превышения как среднесуточных, так и максимальных из разовых предельно допустимых концентраций (ПДК) следующих химических веществ:

- взвешенные вещества: среднесуточная – до 12,5 ПДКс.р. (частота превышения – 62,3% проб); среднегодовая концентрация на уровне 3,17 ПДКс.р., максимальная из разовых – до 4,0 ПДКм.р. (частота превышения – 11,8% проб);
- фенол: среднесуточная – до 4,83 ПДКс.с. (частота превышений – 57%); среднегодовая концентрация на уровне 1,46 ПДКс.с., максимальная из разовых – до 5,6 ПДКм.р. (11,8% нестандартных проб);
- формальдегид: среднесуточная – до 6,58 ПДКс.с. (55% проб с нарушениями), среднегодовая концентрация на уровне 1,94 ПДКс.с., максимальная из разовых – до 1,56 ПДКм.р.;
- фтористые газообразные соединения: среднесуточная – до 12,4 ПДКс.с. (69,38% проб с нарушениями); среднегодовая концентрация на уровне 3,33 ПДКс.р., максимальная из разовых – до 3,75 ПДКм.р.

Кроме того, зарегистрированы разовые превышения ПДК по бензолу (до 1,77 ПДКм.р.), ксилолу (до 2,74 ПДКм.р.), метилмеркаптану (до 2,25 ПДКм.р.), сероуглероду (до 7,6 ПДКм.р.), этилбензолу (до 9,55 ПДКм.р.). По остальным анализируемым

Таблица 1

Сценарий воздействия химических факторов объектов среды обитания

Среда	Путь поступления		
	ингаляционно	перорально	накожно
Питьевая вода	–	+	–
Атмосферный воздух	+	–	–
Почва	–	+	–

веществам, в том числе и по алюминию, превышений гигиенических нормативов не установлено.

Исследование показало, что в течение 2014–2016 гг. качество питьевой воды, подаваемой в систему централизованного водоснабжения после очистки воды поверхностного водоисточника на территории исследования, полностью соответствовало требованиям санитарных норм и нормативов.

В питьевой воде систем централизованного водоснабжения, подаваемой населению территории исследования из подземного водоисточника, были в 1,1 раза (3,6% проб) превышены гигиенические нормативы содержания железа.

Гигиеническая оценка качества почв на исследуемой территории показала, что за период с 2014 по 2016 г. наблюдались превышения ПДК в почве свинца до 2,09 раз (7,84% (4 из 51) проб) и фтора до 4,68 раз (87,04% (47 из 54) проб).

В рамках исследования по оценке риска рассматривали ингаляционный (с атмосферным воздухом) и пероральный (с питьевой водой и почвой) пути поступления химических загрязнителей в организм человека. Окончательный сценарий воздействия представлен в табл. 1.

Оценка риска здоровью населения исследуемой территории позволила установить наличие неприемлемого уровня индивидуального суммарного канцерогенного риска при многократном (атмосферный воздух, питьевая вода, почва) поступлении исследуемых канцерогенных химических веществ. Уровень риска составил для детей от $2,32 \cdot 10^{-4}$ до $3,10 \cdot 10^{-3}$ (в среднем $1,18 \cdot 10^{-3}$), для взрослых – от $1,85 \cdot 10^{-3}$ до $1,28 \cdot 10^{-2}$ (в среднем $5,25 \cdot 10^{-3}$), что превышает верхнюю границу суммарного риска ($10^{-6} \leq TCR \leq 10^{-4}$) и оценивается как неприемлемый (табл. 2).

Основной вклад в величину индивидуального суммарного канцерогенного риска (TCR) связан с поступлением канцерогенных веществ из атмосферного воздуха (вклад до 99,9%). Факторами, определяющими индивидуальный суммарный канцерогенный риск как для детского, так и для взрослого населения являются хром (VI) и формальдегид, поступающие с атмосферным воздухом (максимальный вклад в TCR до 72,6 и 58,1% соответственно), бензол (до 8,4%), никель (до 3,1%), бенз(а)пирен (до 2,10%). Максимальный вклад свинца и этилбензола составляет меньше 1% и является пренебрежимо малым.

Популяционный канцерогенный риск для детского населения исследуемой территории (27,22 тыс. человек) составил в среднем 29 дополнительных случаев злокачественных новообразований, для взрослого населения (106,12 тыс. человек) – 569 дополнительных случаев злокачественных новообразований. В год для детского населения – 0,4 дополнительных случая злокачественных новообразований, для взрослого населения – 8 дополнительных случаев.

На исследуемой территории также установлено наличие недопустимого индивидуального неканцерогенного риска при кратковременном комбинированном ингаляционном поступлении химических веществ из атмосферного воздуха, превышающего допустимое значение индекса опасности ($HI \leq 1$) в отношении развития заболеваний органов дыхания (HI до 9,03), органов зрения (до 2,43), процессов развития (до 1,38). Вклад в величину риска нарушений со стороны органов дыхания связан с содержанием в атмосферном воздухе взвешенных веществ (до 74,75%), формальдегида (до 37,06%) и азота диоксида (до 15,4 %); процессов развития – углерод оксида (до 100%), бензола (до 74,75%) и этилбензола (до 20,1%); органов зрения – формальдегида (до 99,54%), ксилола (до 16,28%).

Средний уровень индивидуального канцерогенного риска и долевые вклады объектов среды обитания в этот риск при многосредовом поступлении химических веществ

Показатель	Воздух		Вода		Почва		Сумма	
	Взрослые	Дети	Взрослые	Дети	Взрослые	Дети	Взрослые	Дети
Индивидуальный канцерогенный риск (CR)	$5,25 \cdot 10^{-3}$	$1,18 \cdot 10^{-3}$	$3,48 \cdot 10^{-6}$	$1,91 \cdot 10^{-6}$	$3,94 \cdot 10^{-8}$	$3,88 \cdot 10^{-8}$	$5,25 \cdot 10^{-3}$	$1,18 \cdot 10^{-3}$
Долевой вклад объектов среды в риск, %	99,91	99,76	0,09	0,23	< 0,01	0,01	100,00	100,00

Таблица 3

Максимальные уровни индивидуального неканцерогенного риска при кратковременном воздействии химических веществ и их максимальные долевые вклады в величину НИ

Поражаемые органы и системы	Максимальное значение НИ	Максимальные долевые вклады (в %) химических веществ в величину индекса опасности									
		Азота диоксид	Формальдегид	Взвешенные вещества	Сероуглерод	Углерода оксид	Бензол	Этилбензол	Ксилол	Толуол	Фенол
Органы дыхания	9,03	15,4	37,06	74,75	—	—	—	—	—	—	—
Процессы развития	1,38	—	—	—	0,44	100,0	74,75	18,65	—	—	—
Органы зрения	5,43	—	99,54	—	—	—	—	—	7,65	2,84	0,63

В табл. 3 представлены данные о максимальных уровнях индивидуального неканцерогенного риска при кратковременном воздействии химических веществ, полученные в точках оценки ингаляционного риска, а также о максимальных вкладах химических веществ в эти уровни.

Также на исследуемой территории был выявлен недопустимый индивидуальный неканцерогенный риск здоровью при хроническом многосредовом поступлении изучаемых химических веществ, превышающий допустимое значение суммарного индекса опасности ($ТНН \leq 1$). В отношении нарушений со стороны органов дыхания суммарный индекс опасности составил до 33,39 ТНН, иммунной системы – до 32,96 ТНН, процессов развития – до 20,86 ТНН, центральной нервной системы – до 9,13 ТНН, системы крови – до 6,11 ТНН и пр. (табл. 4).

В табл. 4 представлены диапазоны уровней индивидуального неканцерогенного риска и вклады объектов среды обитания в эти уровни, полученные в точках оценки риска при хроническом воздействии химических веществ.

Приоритетным объектом среды обитания, определяющим неприемлемый неканцерогенный риск возникновения нарушений со стороны критических органов и систем, является атмосферный воздух (вклад в величину ТНН от 87,9 до 100,0%).

Факторами, определяющими индивидуальный неприемлемый хронический неканцерогенный риск здоровью детей и взрослых при многосредовом поступлении являются формальдегид, взвешенные вещества, метилмеркаптан, сероводород, фенол, азота оксид и диоксид, фториды плохо растворимые и газообразные, никель, марганец, хром (VI), медь, алюминий.

Заключение

Исследование показало, что качество атмосферного воздуха исследуемой территории не соответствует требованиям гигиенических нормативов содержания в атмосферном воздухе взвешенных веществ (≤ 4 ПДКм.р., $\leq 12,5$ ПДКс.р.), фенола ($\leq 5,6$ ПДКм.р., $\leq 4,83$ ПДКс.с.), формальдегида ($\leq 1,56$ ПДКм.р., $\leq 6,58$ ПДКс.с.), фтористых газообразных соединений ($\leq 3,75$ ПДКм.р., $\leq 12,4$ ПДКс.с.) и др.

Качество питьевой воды систем централизованного водоснабжения из поверхностного водоемщика на территории исследования полностью соответствует требованиям санитарных норм и нормативов, в то время как в подземной питьевой воде систем централизованного водоснабжения наблюдаются незначительные превышения гигиенических нормативов содержания железа (до 1,1 ПДК, 3,6% проб).

В почве территории исследования наблюдаются превышения предельно допустимых концентраций свинца до 2,09 ПДК (7,84% проб) и фтора до 4,68 ПДК (87,04% проб).

Индивидуальный канцерогенный риск для детского и взрослого населения исследуемой территории превышает приемлемый уровень до 52,5 раза. Факторами, определяющими канцерогенный риск, являются хром (VI), формальдегид, бензол, бенз(а)пирен, никель, поступающие преимущественно с атмосферным воздухом (вклад в ТCR от 99,0% до 99,9%).

Индивидуальный неканцерогенный риск здоровью населения территории исследования при кратковременном воздействии химических веществ превышает приемлемый уровень до 9 раз. Химическими факторами, его определяющими, являются взвешенные вещества, формальдегид, азота диоксид, углерода оксид, бензол, этилбензол, ксилол, поступающие преимущественно с атмосферным воздухом. Критическими поражаемыми органами и системами являются органы дыхания, процессы развития, органы зрения.

Индивидуальный неканцерогенный риск здоровью при хроническом воздействии химических веществ превышает приемлемый уровень до 33,4 раза. Его определяющими факторами являются взвешенные вещества, сероводород, метилмеркаптан, бенз(а)пирен, фтористый водород, фториды плохо растворимые, алюминий, марганец, никель, свинец, хром (VI), медь, алюминий, азота диоксид, азота оксид, углерода оксид, фенол, бензол, ксилол, толуол, формальдегид, поступающие преимущественно

Таблица 4

Уровни индивидуального неканцерогенного риска при хроническом воздействии химических веществ и долевые вклады объектов среды обитания в величину индекса опасности

Поражаемые органы и системы	Диапазоны значений ТНН	Долевые вклады (%) объектов среды обитания в величину ТНН		
		Воздух	Вода	Почва
Органы дыхания	23,39–33,39	100,0	0,00	0,00
Иммунная система	13,01–32,96	100,0	0,00	0,00
Процессы развития	2,41–20,86	100,0	0,00	< 0,01
Центральная нервная система	6,23–9,13	99,1–99,7	0,26–0,89	< 0,01
Система крови	3,71–6,39	95,4–99,4	0,56–4,57	< 0,01
Сердечно-сосудистая система	1,54–2,23	87,9–98,2	1,81–12,2	< 0,01
Костная система	1,18–1,82	100,00	0,00	0,00
Почки	0,83–1,76	96,0–97,1	2,92–4,01	< 0,01
Печень	0,80–1,73	99,1–99,4	0,56–0,91	< 0,01

с атмосферным воздухом. Критическими поражаемыми органами и системами являются органы дыхания, иммунная система, процессы развития, центральная нервная система, система крови, сердечно-сосудистая система, костная система, почки, печень.

Приоритетными факторами опасности являются химические вещества, присутствующие в выбросах предприятий, производящих первичный алюминий (бенз(а)пирен, фториды, серы диоксид, взвешенные вещества) и целлюлозу (фенол, метилмеркаптан), а также автотранспорта (формальдегид).

Для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего на территории исследования, рекомендовано:

1. Осуществить разработку и внедрение на предприятиях-источниках выбросов приоритетных веществ, мероприятий, направленных на снижение рисков, связанных с ингаляционным воздействием химических веществ, представляющих опасность для здоровья населения, проживающего в зоне влияния выбросов этих предприятий.

2. До момента достижения нормативного качества среды обитания предприятиям-источникам выбросов приоритетных веществ разработать и реализовать специализированные программы медико-профилактической помощи детям и взрослым, постоянно проживающим под воздействием химических факторов, формирующих остаточные риски здоровью.

3. Предприятиям и органам Роспотребнадзора организовать систематический контроль качества среды обитания, в первую очередь атмосферного воздуха, в отношении химических факторов, формирующих риски для здоровья, в том числе специфического компонента выбросов – алюминия.

4. Организовать регулярное информирование населения, региональных и местных властей о результатах контроля качества среды обитания и связанных с ними уровнях риска для здоровья населения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Приказ Минпромторга России N 839 «Об утверждении Стратегии развития черной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2030 года и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2030 года». М.; 2014.
2. Рудой А.Г., Балащенко В.В., Семячков А.И. Экономическая политика металлургического предприятия в области природоохранной деятельности. *Экономика региона*. 2009; (2): 241-7.
3. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., ред. *Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития*. Пермь; 2014.
4. Андреева Е.Е., Онищенко Г.Г., Клейн С.В. Гигиеническая оценка приоритетных факторов риска среды обитания и состояния здоровья населения г. Москвы. *Анализ риска здоровью*. 2016; (3): 23-34.
5. Шевчук Л.М., Толкачёва Н.А., Пшегорода А.Е., Семёнов И.П. Гигиеническая оценка влияния на здоровье населения загрязнения атмосферного воздуха с учетом комбинированного действия химических веществ в зоне расположения предприятия химической промышленности. *Анализ риска здоровью*. 2015; (3): 40-6.
6. Корочкина Ю.В., Перекусихин М.В., Васильев В.В., Пантелеев Г.В. Гигиеническая оценка окружающей среды и здоровья детей города Пензы. *Анализ риска здоровью*. 2015; (3): 33-9.
7. Аликбаева Л.А., Ким А.В., Якубова И.Ш., Им Е.О., Дарижапов Б.Б. Гигиеническая оценка условий проживания и заболеваемости населения портовых городов Сахалинской области. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(8): 724-9.

8. Валеуллина Н.Н., Уралышин А.Г., Брылина Н.А., Никифорова Е.В., Бекетов А.Л., Гречко Г.Ш. Обоснование направлений минимизации многосредового канцерогенного риска в г. Челябинске. *Анализ риска здоровью*. 2014; (3): 34-43.
9. Кузьмина Е.А. Гигиеническая диагностика – ключевой элемент в системе оценки медико-профилактических технологий. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(2): 99-104.
10. Корнилов А.С., Привалова Л.И., Кузьмина Е.А., Ярушин С.В., Мажаева Т.В., Кочнева Н.И. и др. Управление многосредовым риском для здоровья населения промышленно развитых городов Свердловской области. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(2): 123-8.
11. Курчанов В.И., Лим Т.Е., Воецкий И.А., Головин С.А. Актуальность оценки многосредового канцерогенного риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду. *Здоровье населения и среда обитания*. 2015; (7): 8-12.

References

1. The order of the Ministry of Industry and Trade of Russia No. 839 «On the approval of the Strategy for the development of the Russian steel industry for 2014-2020 and for the future up to 2030 and the Strategy for the development of non-ferrous metallurgy in Russia for 2014-2020 and for the future up to 2030». Moscow; 2014. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165502/ (in Russian)
2. Rudoy A.G., Balashenko V.V., Semyachkov A.I. Economic policy of metallurgical enterprise in the field of conservancy. *Ekonomika regiona*. 2009; (2): 241-7. (in Russian)
3. Onishchenko G.G., Zaytseva N.V., eds. *Health Risk Analysis in the Strategy of State Social and Economical Development*. Perm'; 2014. (in Russian)
4. Andreeva E.E., Onishchenko G.G., Kleyn S.V. Hygienic assessment of priority risk factors of environment and health condition of the population of Moscow. *Analiz riska zdorov'yu*. 2016; (3): 23-34. (in Russian)
5. Shevchuk L.M., Tolkacheva N.A., Pshegroda A.E., Semenov I.P. Hygienic assessment of impact on public health air pollution in view of the combined actions of chemicals in the area of the chemical industry. *Analiz riska zdorov'yu*. 2015; (3): 40-6. (in Russian)
6. Korochkina Yu.V., Perekusikhin M.V., Vasil'ev V.V., Panteleev G.V. Hygienic environmental assessment and health of children in Penza. *Analiz riska zdorov'yu*. 2015; (3): 33-9. (in Russian)
7. Alikbaeva L.A., Kim A.V., Yakubova I.Sh., Im E.O., Darizhapov B.B. Hygienic assessment of living conditions and morbidity of the population in the port cities of the Sakhalin region. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(8): 724-9. (in Russian)
8. Valeullina N.N., Ural'shin A.G., Brylina N.A., Nikiforova E.V., Beketov A.L., Grechko G.Sh. Multienvironmental carcinogenic risk for the validation the ways for its minimization in the city of Chelyabinsk. *Analiz riska zdorov'yu*. 2014; (3): 34-43. (in Russian)
9. Kuz'mina E.A. Hygienic diagnosis is a key element in the healthprevention technologies for the population residing in conditions of higher chemical load. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94(2): 99-104. (in Russian)
10. Kornilkov A.S., Privalova L.I., Kuz'mina E.A., Yarushin S.V., Mazhaeva T.V., Kochneva N.I., et al. Management of the multiple environmental risk for the health of the population of industrialized cities of the Sverdlovsk region. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94(2): 123-8. (in Russian)
11. Kurchanov V.I., Lim T.E., Voetskiy I.A., Golovin S.A. The relevance of assessment of multicompartiment carcinogenic risk to health from exposure to chemicals that pollute the environment. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2015; (7): 8-12. (in Russian)

Поступила 15.09.17

Принята к печати 25.12.17