

**СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
И ОЦЕНКА АЭРОГЕННОГО РИСКА
ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ КРУПНОГО ЦЕНТРА МЕТАЛЛУРГИИ
ПРИ ОБОСНОВАНИИ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Коськина Е.В.¹, Ивойлов В.М.¹, Михайлуц А.П.¹, Глебова Л.А.², Богомолова Н.Д.¹,
Громов К.Г.¹, Грачева Т.Ю.¹**

¹ ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия Минздрава России», Кемерово, Россия (650029, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 22а), e-mail: kemsma@kemsma.ru

² ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области», Кемерово, Россия (650000, г. Кемерово, ул. Ноградская, 8), e-mail: fguzko@mail.ru

Проведена оценка риска для здоровья населения от химического загрязнения атмосферного воздуха выбросами завода ООО «СГМК-Ферросплавы» в г. Новокузнецке при обосновании расчетной границы санитарно-защитной зоны предприятия. Вклад от выбросов металлургического предприятия в уровни канцерогенного риска, обусловленного фоновыми концентрациями сажи, составил в жилой зоне от 0,0016 до 0,0089%, на границе расчетной санитарно-защитной зоны от 0,0086 до 0,024%. Неканцерогенный риск хронического ингаляционного воздействия соответствует допустимому уровню риска, коэффициенты и индексы опасности ниже 1,0. Выбросы предприятием марганца и его соединений способствуют увеличению неканцерогенных рисков в жилой зоне на 6,5–21,38%. Для принятия управленческих решений по производству ферросплавов требуется проведение мероприятий по снижению выбросов марганца и его соединений.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, оценка риска, здоровье населения, загрязнение атмосферного воздуха, санитарно-защитная зона.

**ENVIRONMENT AND HEALTH MONITORING AND EVALUATION AEROGENIC
RISK TO PUBLIC HEALTH AND STEEL MAJOR CENTERS IN SUBSTANTIATING
THE SANITARY PROTECTION ZONE OF THE PLANT**

**Koskina E.V.¹, Ivoilov V.M.¹, Mihayluts A.P.¹, Glebova L.A.², Bogomolova N.D.¹, Gromov
K.G.¹, Gracheva T.Y.¹**

¹ Kemerovo State Medical Academy, Kemerovo, Russia (650029, Kemerovo, Voroshilov's street 22), e-mail: kemsma@kemsma.ru

² FBUZ "Center of Hygiene and Epidemiology in the Kemerovo region", Kemerovo, Russia (650000, Kemerovo, Nogradskaya street, 8), e-mail: fguzko@mail.ru

An assessment of risk to public health from chemical contamination of air emissions of the plant LLC "SGMK Ferroalloys" in Novokuznetsk in the justification of the estimated boundaries of the sanitary protection zone of the plant. The contribution levels of the carcinogenic risk from the emissions levels of the enterprise in cancer risk due to background concentrations of carbon black was in a residential area of 0.0016 to 0.0089%, calculated on the boundary of the sanitary and protective zone from 0.0086 to 0.024%. Carcinogenic risk of chronic inhalation exposure have an acceptable level of risk, risk factors and indices below 1.0. Emissions of manganese company and its compounds help to increase the non-carcinogenic risks in the residential area of 6.5-21.38%, for making management decisions for the production of ferroalloys requires implementation of measures to reduce emissions of manganese and its compounds.

Keywords: socio-hygienic monitoring, risk assessment, human health, air pollution, sanitary-protective zone.

Введение. Интенсивное загрязнение окружающей среды выбросами промышленного производства в крупных урбанизированных регионах требует принятия эффективных управленческих решений по снижению риска для здоровья населения факторов окружающей

среды [1; 3]. В рамках ведения социально-гигиенического мониторинга, основной целью которого является оценка, прогноз, выявление и устранение вредного воздействия на человека средовых факторов, требуют решения вопросы установления критериев допустимого риска для здоровья населения [2; 5].

В соответствии с нормативно-правовым обеспечением практического применения методологии оценки риска определена необходимость ее применения при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы, корректировке и установлении размеров санитарно-защитных зон и других направлениях деятельности госсанэпиднадзора [4; 6]. Важной для Кузбасса эколого-гигиенической проблемой остается высокая техногенная нагрузка на объекты среды обитания, обуславливающая необходимость оценки здоровья населения при размещении вновь строящихся или реконструируемых предприятий.

Цель исследования. Оценка риска для здоровья населения от химического загрязнения атмосферного воздуха выбросами завода ООО «СГМК-Ферросплавы» в г. Новокузнецке при обосновании расчетной границы санитарно-защитной зоны предприятия.

Материал и методы исследования. Расчет приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере проведен в соответствии с «Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий (ОНД-86)» с применением компьютерной программы УПРЗА «Эколог – Средние», версия 3.0, вариант «Стандарт». Для расчета приземных среднегодовых концентраций использовали специальный файл климатологических характеристик для г. Новокузнецка Кемеровской области, подготовленный ГТО им. А.И. Воейкова (г. Санкт-Петербург).

Характеристика канцерогенного и неканцерогенного риска проводилась с использованием среднегодовых концентраций, полученных в результате моделирования распространения и поведения приоритетных химических веществ в атмосферном воздухе и фоновых концентраций [6]. Оценка канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения проведена на границе расчетной санитарно-защитной зоны и в жилой зоне.

Результаты исследования и их обсуждение. Город Новокузнецк является одним из наиболее развитых металлургических центров России с усиливающимся антропогенным воздействием на атмосферный воздух. Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха приходится на выбросы от стационарных источников, в том числе: металлургических предприятий – 79%, предприятий угольной промышленности – 11,9%, предприятий энергетики – 4,5%.

Крупными промышленными предприятиями, обуславливающими суммарный выброс

загрязняющих атмосферный воздух веществ, являются: ОАО «ЗСМК» – 66,2%, филиал «Шахта «Абашевская» ОУК «Южкузбассуголь» – 11,6%, ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» – 6,8%, ОАО «Кузнецкие ферросплавы» – 3,1%, Абагурский филиал ОАО «Евразруда» – 2,7%, филиал «Кузнецкая ТЭЦ» ОАО «Кузбассэнерго» – 2,7%.

Наиболее значимыми загрязняющими воздух веществами в г. Новокузнецке являются оксиды азота (1,2–3,5 ПДКсс), пыль (1,4–2,1 ПДКсс), бенз(а)пирен (6,7 ПДКсс), а также специфические примеси – фтористый водород (2,8–6,2 ПДКсс), формальдегид (до 5,7 ПДКсс). Уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается как очень высокий при $ИЗА_5 = 27,56$. Фоновые концентрации в районе размещения предприятия превышают ПДКсс по диоксиду азота в 3,7 раза, саже – в 1,5 раза, диоксиду азота – в 1,5 раза, бенз(а)пирену – 14,7 раза, взвешенным веществам – в 4,8 раза.

С учетом развития производства ООО «СГМК-Ферросплавы» годовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составят 457,583 т/год, из них 414,68 т/год (90,62%) приходится на жидкие и газообразные вещества, 42,91 т/год (9,38%) – на твердые. При существующем положении доля вклада в общегородские выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от ООО «СГМК-Ферросплавы» будут составлять 0,15%. Специфическим для данного производства является марганец и его соединения с объемом выброса 10,064 т/год, обладающий сенсibiliзирующим действием.

По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области, в атмосферу г. Новокузнецка в 2010 г. было выброшено 9,794 т марганца и его соединений. С пуском в эксплуатацию завода ООО «СГМК-Ферросплавы» выбросы марганца и его соединений увеличатся и составят 19,858 т в год. Основной вклад в формирование объемов выбросов завода ООО «СГМК-Ферросплавы» вносят по рангу углерода оксид – 45,9%, серы диоксид (ангидрид сернистый) – 31,66%, азота диоксид (азот (IV) оксид) – 10,77%, пыль неорганическая (70–20% SiO_2) – 6,39%, марганец и его соединения – 2,2%, азота (II) оксид (азота оксид) – 1,79%. На долю этих веществ приходится 98,71% всех выбросов предприятия.

Наибольший удельный вес в общем объеме выбросов составляют вещества 3 и 4 классов опасности, соответственно 51,14 и 45,9%, обладающие раздражающим или токсическим действием. При распределении веществ по рангу условной токсичности ведущими являются: марганец и его соединения – 68,18%, серы диоксид – 19,63%, азота диоксид – 8,35%, пыль неорганическая: 70–20% SiO_2 – 1,98%, азота оксид – 0,92%, углерода оксид – 0,47%, составляющие 99,53% от суммарной условной токсичности выбросов.

Удельный объем канцерогенов (сажа и пыль неорганическая: 70–20% SiO₂) в общем выбросе составляет 6,53% или 29,9 т/год, наибольший вклад в который обусловлен пылью неорганической: 70–20% SiO₂ – 97,83% или 29,25 т/год, занимающей 6 ранговое место в общем выбросе – 6,39%. Учитывая отсутствие значения фактора канцерогенного потенциала при ингаляционном воздействии для этого вещества, в последующую оценку канцерогенного риска включена только сажа.

Оценка суммарного индекса неканцерогенной опасности (HRI), проведенная по референтным концентрациям и гигиеническим нормативам, позволила установить, что основной вклад в его формирование вносят одни и те же вещества (марганец и его соединения, серы диоксид, азота оксид, пыль неорганическая до 20% SiO₂, азота диоксид, углерода оксид). Ранжирование компонентов выброса по HRI на основе референтных концентраций позволило распределить их следующим образом: марганец и его соединения – 97,47%, серы диоксид – 1,40%, азота оксид – 0,48%, пыль неорганическая (до 20% SiO₂) – 0,28%, керосин – 0,22%, азота диоксид – 0,079%, алюминий оксид – 0,021%, углерода оксид – 0,02%. Удельный вес этих веществ составляет 99,98% суммарного индекса неканцерогенной опасности.

При ранжировании веществ по HRI на основе гигиенических нормативов ведущими являются: марганец и его соединения – 80,96%, серы диоксид – 11,65%, азота оксид – 3,97%, пыль неорганическая до 20% SiO₂ – 2,35%, азота диоксид – 0,66%, углерода оксид – 0,17%, пыль неорганическая: 70–20% SiO₂ – 0,067%, железа оксид – 0,06%, что составляет 99,89% от суммарного индекса неканцерогенной опасности.

Изучение токсикологической характеристики отобранных веществ показало, что трансформируются в окружающей среде 5 веществ: марганец и его соединения, азота диоксид, серы диоксид, азота оксид, углерода оксид. Обладают тератогенным, мутагенным, эмбриотропным, гонадотропным действием следующие вещества: углерода оксид, серы диоксид.

При загрязнении атмосферного воздуха выбросами ООО «СГМК-Ферросплавы» с учетом совместного действия химических веществ возможно влияние на следующие органы и системы: на органы дыхания (азота оксид, азота диоксид, марганец и его соединения, пыль неорганическая: до 20% SiO₂, пыль неорганическая: 70–20% SiO₂, серы диоксид, сажа, железа оксид, алюминия оксид, водорода фторид); на центральную нервную систему (марганец и его соединения, углерода оксид, магния оксид); на сердечно-сосудистую систему (углерода оксид); на систему крови (азота диоксид, азота оксид, углерода оксид); на процессы развития (углерода оксид); на печень (керосин); на зубочелюстную систему (сажа);

системное действие (сажа); увеличение смертности (пыль неорганическая: до 20% SiO₂, угольная зола, серы диоксид, пыль неорганическая: 70–20% SiO₂); на костную систему (водорода фторид); влияние на массу тела (алюминия оксид). Таким образом, наиболее уязвимыми от воздействия являются органы дыхания, центральная нервная система и система крови.

Уровни индивидуального канцерогенного риска от воздействия сажи как на границе расчетной санитарно-защитной зоны, так и в жилой зоне соответствуют первому диапазону риска (индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или меньший $1 \cdot 10^{-6}$ – уровень De minimis), который воспринимается всеми людьми как пренебрежимо малый, не требует дополнительных мероприятий по снижению, уровни подлежат только периодическому контролю.

С учетом фоновых загрязнений атмосферного воздуха в районе размещения предприятия популяционные абсолютные канцерогенные риски составляли в Центральном районе 58,6 случая, в Куйбышевском районе 28,3 случая, в Заводском районе 35,1 случая и в д. Митино 0,04 случая рака дополнительно за 70 лет или ежегодно в Центральном районе 0,8 случая, в Куйбышевском районе 0,4 случая, в Заводском 0,5 случая и в д. Митино 0,0006 случая рака дополнительно. При этом количество случаев злокачественных новообразований (рака), вызываемых более чем 200 факторами и ежегодно диагностируемых, составляло в 2006–2010 годах в Центральном районе 629–700 случаев в год, а в целом по г. Новокузнецку 1680–1910 случаев. Следовательно, имеются основания считать, что выбросы сажи ООО «СГМК-Ферросплавы» не повлияют на показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями населения в жилых зонах Центрального, Куйбышевского, Заводского районов и д. Митино.

Уровни неканцерогенного риска хронического ингаляционного воздействия, по коэффициентам опасности (HQ), обусловленные фоновым уровнем загрязнения атмосферы в районе размещения предприятия, превышают допустимый уровень (значения коэффициента опасности $HQ \leq 1,0$) по саже в 1,5 раза, азота диоксиду в 3,7 раза, серы диоксиду в 3,7 раза, марганцу и его соединений в 1,8 раза, бенз(а)пирену в 14,7 раза, взвешенным веществам в 18,2 раза. Следовательно, вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению коэффициента опасности.

Следует отметить, что неканцерогенные риски в жилой зоне, создаваемые предприятием ООО «СГМК-Ферросплавы», меньше, по сравнению с обусловленным фоном в районе размещения предприятия, по марганцу и его соединениям (по максимальным значениям HQ) в 3,7 раза.

При фоновом загрязнении атмосферного воздуха в районе размещения предприятия неканцерогенные риски по величине суммарного индекса опасности (ТНІ) превышают допустимый уровень (допустимый $TNI \leq 1,0$) по влиянию на органы дыхания в 29,6 раза, на систему крови в 5,2 раза, на центральную нервную систему в 2,6 раза, на процессы развития в 15,5 раза, на уровень смертности населения в 21,9 раза, на зубочелюстную систему и системное действие в 1,5 раза. Данный уровень неканцерогенного риска по суммарному индексу опасности свидетельствует о неблагоприятных эффектах для здоровья населения.

Доли вкладов выбросов ООО «СГМК-Ферросплавы» в суммарный индекс опасности риска развития неблагоприятных эффектов на критические органы и системы, обусловленных фоновыми загрязнениями атмосферного воздуха в районе размещения предприятия, будут составлять: на органы дыхания 0,44–1,7%, нервную систему 6,49–21,38%, центральную нервную систему 4,59–15,85%, в риски болезней других систем и органов менее 1%.

Основным приоритетным веществом в выбросах предприятия является марганец и его соединения, которые оказывают токсические действия на центральную нервную систему, нервную систему, органы дыхания. При существующем фоновом уровне загрязнения атмосферного воздуха, за счет выбросов предприятием марганца его соединений, увеличится уровень неканцерогенного риска по влиянию на органы дыхания на 1,6%, суммарный индекс опасности составит (ТНІ) 29,7–30,1, на центральную нервную систему – 15,8%, ТНІ – 2,7–3,1, на нервную систему – 21,3%, ТНІ – 1,9–2,3. Следовательно, данный уровень неканцерогенного риска свидетельствует о неблагоприятных эффектах для здоровья населения. Однако неканцерогенные риски, создаваемые предприятием ООО «СГМК-Ферросплавы» в жилой зоне, меньше, по сравнению с обусловленным фоном в районе размещения предприятия, по болезням органов дыхания в 57,8 раза, болезням центральной нервной системы в 5,3 раза, болезням нервной системы в 3,7 раза.

В 2010 г. заболеваемость населения в Центральном районе болезнями нервной системы была на уровне заболеваемости по Кемеровской области в целом 16,9 и 16,6 на 1000 населения соответственно, в то же время в г. Новокузнецке (показатель на 1000 населения – 19,09) отмечалось превышение областного показателя на 13,04% ($p < 0,05$). При сравнении с уровнем заболеваемости по Российской Федерацией (показатель 16,4 на 1000), установлено, что в Центральном районе заболеваемость нервной системой выше на 3,05%, а по г. Новокузнецку на 16,4% ($p < 0,05$).

Показатели заболеваемости населения Центрального района и г. Новокузнецка болезнями органов дыхания выше на 2,7% и 6,7% соответственно ($p < 0,05$), чем по

Кемеровской области (290,9 на 1000). На анализируемых территориях уровень заболеваемости болезнями органов дыхания ниже, чем по Российской Федерации (323,8 на 1000).

В 2010 г. заболеваемость детского населения в Центральном районе и г. Новокузнецке болезнями нервной системы была выше на 31,6% и 43,2% соответственно ($p < 0,05$), чем по Кемеровской области в целом (52,5 на 1000). При сравнении с уровнем заболеваемости по Российской Федерацией (показатель 43,4 на 1000), установлено, что в Центральном районе заболеваемость нервной системой выше в 1,6 раза, а по г. Новокузнецку в целом в 1,7 раза ($p < 0,05$). Показатели заболеваемости детей Центрального района и г. Новокузнецка болезнями органов дыхания выше уровня заболеваемости по Кемеровской области (1095,4 на 1000) на 17,0% и 10,8% соответственно ($p < 0,05$). При сравнении с уровнем заболеваемости по Российской Федерации (1191,9 на 1000) отмечено, что в Центральном районе заболеваемость болезнями органов дыхания выше на 7,8%, в г. Новокузнецке на 2% ($p < 0,05$).

При рассмотрении санитарно-эпидемиологической обстановки заболеваемости нервной системы установлено, что в настоящее время, при существующем фоне загрязнения атмосферного воздуха в районе размещения предприятия, на доли первичной заболеваемости нервной системы приходится у населения 2,6%, у детей 4,4% (Центральном районе 3,0% и 5,2% соответственно) во всей впервые выявленной заболеваемости. Это дает основание утверждать, что выбросы предприятия ООО «СГМК-Ферросплавы» при неблагоприятном сценарии могут увеличить общие уровни впервые выявленной заболеваемости на 0,35–0,58% в целом по г. Новокузнецку и в Центральном районе 0,32–0,5%.

Выводы

1. Выбросы ООО «СГМК-Ферросплавы» канцерогенного вещества сажи в атмосферный воздух создают на границе расчетной санитарно-защитной зоны и в жилой зоне индивидуальный канцерогенный риск, который соответствует первому диапазону канцерогенного риска. Вклад уровней канцерогенного риска от выбросов ООО «СГМК-Ферросплавы» в уровни канцерогенного риска, обусловленного фоновыми концентрациями сажи, составил в жилой зоне от 0,0016 до 0,0089%, на границе расчетной СЗЗ от 0,0086 до 0,024%.
2. Неканцерогенный риск хронического ингаляционного воздействия от выбросов предприятия ООО «СГМК-Ферросплавы» на границе расчетной санитарно-защитной зоны и в жилой зоне соответствует допустимому уровню риска, коэффициенты и индексы опасности ниже 1,0.
3. При существующем фоновом уровне загрязнения атмосферного воздуха выбросы

предприятием марганца и его соединений способствуют увеличению неканцерогенных рисков в жилой зоне на 6,5–21,38%, по влиянию на органы дыхания – на 1,6%, на центральную нервную систему – 15,8%, на нервную систему – 21,3%.

4. Для принятия управленческих решений по производству ферросплавов ООО «СГМК-Ферросплавы» в г. Новокузнецке с учетом фоновое уровня загрязнения атмосферного воздуха требуется проведение мероприятий по снижению выбросов марганца и его соединений и, следовательно, уменьшения потенциального негативного воздействия вещества на здоровье человека.

Список литературы

1. Актуальность анализа риска для здоровья при обеспечении гигиенической безопасности населения / Н.В. Зайцева [и др.]. – Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей : сб. статей. Том I.; под ред. Г.Г. Онищенко, А.И. Потапова. – М. – Ярославль : Канцлер, 2012. – С. 461-464.
2. Марченко Б.И. Здоровье на популяционном уровне: статистические методы исследования (руководство для врачей). – Таганрог : Сфинкс, 1997. – 432 с.
3. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт) / С.Л. Авалиани [и др.]. – М., 1996. – 160 с.
4. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко [и др.]; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М. : НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
5. Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология / Б.А. Ревич, С.Л. Авалиани, Г.И. Тихонова. – М., 2004. – 384 с.
6. 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.

Рецензенты

Шибанова Н.Ю., д.м.н., доцент кафедры гигиены труда и гигиены питания, ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия Минздравсоцразвития России», г. Кемерово.

Царик Г.Н., д.м.н., професоор, зав. кафедрой, ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия Минздравсоцразвития России», г. Кемерово.