

УДК 577.4:614.72

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ Г. НОВОКУЗНЕЦКА ВЫБРОСОВ В ВОЗДУШНЫЙ БАССЕЙН КРУПНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

¹Голиков Р.А., ¹Суржиков Д.В., ¹Кислицына В.В., ¹Корсакова Т.Г., ²Суржикова Р.Н.

¹Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены
и профессиональных заболеваний, Новокузнецк, e-mail: ecologia_nie@mail.ru;

²Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей,
Новокузнецк, e-mail: haarosa@yandex.ru

В работе установлены индексы опасности выбросов от крупного предприятия пищевой промышленности ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» с определением удельного веса опасности. Впервые в крупном промышленном центре Западной Сибири установлен риск хронической интоксикации, связанный с выбросами марганца и его соединений, бензина и керосина. Впервые в г. Новокузнецке установлены канцерогенные риски, связанные с выбросами свинца и его неорганических соединений, а также бензина. Проведено сопоставление суммарных рисков хронической интоксикации и канцерогенного риска с приемлемыми уровнями по каждой из точек воздействия. Определены индексы опасности концентраций компонентов выбросов по точкам воздействия.

Ключевые слова: индекс опасности выбросов, среднегодовая концентрация, риск хронической интоксикации

ASSESSMENT OF THE EXPOSURE OF THE AIR EMISSIONS FROM A LARGE ENTERPRISE OF FOOD INDUSTRY TO THE HEALTH OF THE POPULATION OF NOVOKUZNETSK

¹Golikov R.A., ¹Surzhikov D.V., ¹Kislitsyna V.V., ¹Korsakova T.G., ²Surzhikova R.N.

¹Research institute for complex problems of hygiene and occupational diseases,
Novokuznetsk, e-mail: ecologia_nie@mail.ru;

²The Novokuznetsk training institute for doctors federal agency on health
and social department, Novokuznetsk, e-mail: haarosa@yandex.ru

The paper presents the hazard indexes of the emissions from a large enterprise of food industry companies of «Novokuznetsky Khladokombinat», JSC, with the definition of the specific gravity of the danger. For the first time in the large industrial center of Western Siberia the risk of chronic intoxication related to the emissions of manganese and its compounds, gasoline and kerosene has been established. For the first time in Novokuznetsk carcinogenic risks associated with the emissions of lead and its inorganic compounds, and also gasoline have been determined. A comparison of the total risks of chronic intoxication and carcinogenic risk to the acceptable levels for each of the points of the exposure has been carried out. Hazard indexes of the concentrations of the emission components for the exposure points have been calculated.

Keywords: the hazard index of emissions, the average annual concentration, the risk of chronic intoxication

Анализ стратегических рисков в Российской Федерации, представляющих угрозу безопасности государства, доказал, что одно из первых мест занимают риски здоровью населения, в том числе риски, связанные с воздействием вредных факторов через экологические системы. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды в настоящее время неадекватна реальному уровню химического загрязнения. Состояние здоровья населения продолжает оцениваться с учетом ограниченного числа химических показателей. Существующая в нашей стране система государственного контроля химического загрязнения окружающей среды ориентирована на ограниченное количество показателей [5, 6]. Оценка экологического риска позволяет расширить представления

об особенностях формирования здоровья населения крупного промышленного центра; использовать современный комплекс существующих базовых гигиенических, статистических и экономических методов исследования; показать влияние на здоровье населения загрязнения атмосферного воздуха и водопроводной воды; изучить причинно-следственные связи между показателем заболеваемости населения и показателями загрязнения окружающей среды. Подтверждение соблюдения уровня воздействия с длительным периодом осреднения расчетным способом возможно только с использованием процедур оценки риска для здоровья населения. Соблюдение гигиенических нормативов с годовым периодом осреднения для действующих промышленных объектов возможно либо

по результатам оценки риска, либо по результатам натуральных измерений. При этом процедуры оценки риска для здоровья населения имеют значительно меньшую финансовую нагрузку [2].

В г. Новокузнецке сосредоточено значительное количество источников поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух на сравнительно небольшой территории. Предприятия тяжелых отраслей промышленности характеризуются недостаточным финансовым обеспечением атмосфероохранной деятельности, применяют старые технологии производства, их воздухоочистное оборудование характеризуется низкой степенью эффективности газоочистки [1]. Новокузнецк расположен в котловине, окруженной отрогами горных хребтов юга Западной Сибири. Город застраивался и развивался отдельными площадками. В результате селитебные зоны расположены между промышленными площадками крупных предприятий. В г. Новокузнецке высока повторяемость инверсий, т.е. холодный воздух располагается над теплым. Приземные инверсии возникают в зимний период в результате застоя и выхолаживания воздуха над почвой. Приземные и приподнятые инверсии температуры являются задерживающими слоями, препятствующими распространению примесей в верхние слои атмосферы. При наличии в городе значительного числа невысоких дымовых труб, при инверсиях формируются ситуации, при которых происходит накопление вредных веществ в атмосферном воздухе. Сравнительно невысокими источниками выбросов токсичных веществ в воздушный бассейн характеризуются предприятия строительной и пищевой промышленности. Именно эти предприятия при неблагоприятных метеорологических условиях могут вносить значительный вклад в формирование риска для здоровья от загрязнения приземного слоя воздуха. Именно это определяет актуальность настоящего исследования.

Цель исследования – оценка риска воздействия на здоровье населения г. Новокузнецка выбросов в воздушный бассейн ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат».

Материалы и методы исследования

В работе по оценке экологического риска от крупного предприятия пищевой промышленности ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» нами был использован том предельно допустимых выбросов этого промышленного объекта (том ПДВ). Том ПДВ содержит следующие характеристики промышленного предприятия: количество и наименование источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, высоты и диаметры этих источников, скорости

выхода газовоздушной смеси из устья источника, температуру отходящих газов, а также массу выбросов каждого из токсичных веществ, выраженную как в тоннах в год, так и в граммах в секунду. Индекс сравнительной опасности выбросов (по неканцерогенным и канцерогенным эффектам) определялся в соответствии с функциональными зависимостями, которые позволяют провести идентификацию основных источников опасности и выделить наиболее опасные (приоритетные) вещества для оценки риска [3].

Оценка риска, связанного с расчетными концентрациями атмосферных примесей, проводилась на основе расчетов максимальных и среднегодовых концентраций с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «Эколог» (вариант «Базовый», версия 3.0). При моделировании рассеивания выбросов использовалась сетка рецепторных точек с шагом по оси X и Y в 1000 м, которая равномерно покрывает территорию г. Новокузнецка. Модель «Эколог» позволяет рассчитать приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере в соответствии с «Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий (ОНД-86)». Рецепторная точка (точка воздействия концентраций), в которой определялись расчетные концентрации атмосферных примесей, выбирались в центре ячейки, а точнее в ближайшем к нему узле координатной сетки, которая используется в модели рассеивания «Эколог». Переход от максимальных расчетных концентраций атмосферных примесей к среднегодовым концентрациям осуществлялся при помощи расчетного блока «Средние», входящего в состав модели «Эколог». Данный расчетный блок служит для определения осредненных за длительный период концентрации загрязняющих веществ. Результатом явились вычисленные для каждой из рецепторных точек максимальные и среднегодовые концентрации атмосферных примесей, имплицитированные с риском хронической интоксикации.

Для количественной оценки воздействия вредных веществ на население г. Новокузнецка (~ 550000 человек) выделено девять микрорайонов в различных районах города (табл. 1).

Для оценки неканцерогенных рисков целесообразным явилось использование пороговых моделей, основанных на использовании референтных концентраций. Коэффициенты опасности рассчитывались отдельно по каждому веществу в каждой расчетной точке и дифференцируются для разных условий (острое и хроническое воздействие). Коэффициент опасности представляет собой кратность референтной концентрации для острого или хронического воздействия от максимальной или среднегодовой расчетной концентрации токсичного вещества в приземном слое воздуха. Индекс опасности является суммой коэффициентов опасности от отдельных загрязняющих веществ [4]. В количественном отношении риск хронической интоксикации выражался в величинах, колеблющихся от 0 до 1 (выше единицы значения данного типа риска быть не может). Риск хронической интоксикации определялся в соответствии с функциональными экспоненциальными зависимостями между вероятностью получения индивидуумом заболевания хронического характера и среднегодовой расчетной концентрацией токсичного вещества с учетом его класса опасности и гигиенического норматива [7].

Таблица 1

Координаты точек воздействия концентраций

№ ТВК	Широта (градус и секунды)	Долгота (градус и секунды)	Район города	Приближенный микрорайон города
1	53°44' с. ш.	87°07' в. д.	Куйбышевский	Привокзальная площадь
2	53°47' с. ш.	87°20' в. д.	Орджоникидзевский	Микрорайон Белые дома
3	53°46' с. ш.	87°17' в. д.	Орджоникидзевский	Микрорайон Новобайдаевский
4	53°46' с. ш.	87°12' в. д.	Кузнецкий	Микрорайон площади Ленина
5	53°45' с. ш.	87°09' в. д.	Центральный	Микрорайон Цирка
6	53°45' с. ш.	87°07' в. д.	Центральный	Микрорайон Драмтеатра
7	53°45' с. ш.	87°05' в. д.	Куйбышевский	Микрорайон Машзавода
8	53°49' с. ш.	87°10' в. д.	Заводской	Микрорайон Берёзка
9	53°53' с. ш.	87°07' в. д.	Ильинский	Микрорайон Авиаторов

Результаты исследования и их обсуждение

ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» имеет собственные производственный цех и складской комплекс с низкотемпературными камерами для хранения мороженого и замороженной продукции, офисные помещения, расположенные по адресу г. Новокузнецк, ул. Вокзальная, д. 12 на собственном земельном участке площадью 30622 м². Географические координаты: 53°44' с. ш., 87°06' в. д. Основными видами деятельности ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» являются: производство мороженого; сбытовая деятельность; долговременное хранение продовольственных товаров; оказание услуг складского хозяйства.

Суммарный индекс неканцерогенной опасности выбросов данного предприятия определен как 559967,9. Наибольшим удельным весом в суммарном индексе характеризуются диоксид серы – 56,58%; зола углей с содержанием SiO₂ от 20 до 70% – 16,34%; сажа – 12,31%; диоксид азота – 9,27%. Суммарный индекс опасности выбросов канцерогенных веществ от стационарных источников ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» установлен как 71271,67. Наибольший вклад в формирование данного индекса вносит сажа, удельный вес в индексе составляет 96,71%. Также компонентами выбросов являются такие канцерогенные вещества как хром (VI), свинец и бензин.

ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» характеризуется шестью основными источниками выбросов (дымовыми трубами) в воздушный бассейн. Высота источников выбросов загрязняющих веществ находится в пределах от 2 м до 25 м, диаметр источников от 0,2 м до 2,4 м, скорость выхода газовой смеси от 1 до 15,92 м/с, опасная скорость ветра колеблется от 0,5 м/с до

5,15 м/с, температура отходящей газовой смеси равна 180 °С от котла ДКВР-4/13 и 20 °С от остальных источников выбросов.

Выбросы диоксида серы от стационарных источников рассматриваемого предприятия составляют 2,88 г/с и 57,6 т/год, золы углей – 0,83 г/с и 16,64 т/год, сажи – 0,62 г/с и 12,53 т/год, диоксида азота – 0,53 г/с и 9,43 т/год, оксида углерода – 3,25 г/с и 63,99 т/год соответственно. Весовой коэффициент выбросов колеблется в пределах от 0,014 до 1,0; весовой коэффициент представляет собой частное от выбросов в т/год, переведенное в единицы измерения г/с, к максимально возможному выбросу (г/с).

Расчет рассеивания загрязняющих веществ от стационарных источников по 9 точкам воздействия в г. Новокузнецке показал, что выбросы ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» имплицитно максимальные концентрации в приземном слое воздуха не превышающие максимально разовые ПДК. Наибольшими расчетными максимальными концентрациями характеризуются диоксид азота – 0,097 долей ПДК_{мр}, марганец – 0,295 долей ПДК_{мр} в точке воздействия наиболее близкой к предприятию, а именно микрорайоне Привокзальной площади (ТВК 1).

Также нами определены среднегодовые расчетные концентрации неканцерогенных и канцерогенных веществ по точкам воздействия как в мг/м³, так и выраженные в кратностях превышения среднесуточной ПДК. Установлено, что среднегодовые концентрации, имплицитно выбросами ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат», не превышают гигиенических нормативов и составляют для диоксида азота 0,033 долей ПДК_{сс}, диоксида серы – 0,155; марганца – 0,045; сажи – 0,034; золы углей – 0,112 долей ПДК_{сс} в микрорайоне Привокзальной площади (ТВК 1).

Оценка риска хронической интоксикации проводится исходя из априорного утверждения о том, что человек в напряженной экологической ситуации под действием химических загрязнений чувствует себя дискомфортно и при этом включается его адаптационно-приспособительный механизм. Длительное напряжение этого механизма ведет к появлению стрессорных реакций, увеличению содержания свободных радикалов в организме и, в итоге, к возникновению того или иного патологического состояния хронического характера. Суммарный риск хронической интоксикации, тесно связанный с выбросами ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» в атмосферный воздух, для населения, проживающего в рассматриваемых селитебных зонах г. Новокузнецка, составил от 0,00039 (ТБК 9 – микрорайон Авиаторов) до 0,027 (ТБК 1 – микрорайон Привокзальной площади). Удельный вес диоксида серы в данном типе риска составляет 41,82-52,18% (в зависимости от зоны воздействия), марганца – 8,36-12,13%; сажи – 9,15-11,38%; аммиака – 5,07-11,41%; золы углей – 2,02-6,28%; керосина – 2,5-4,61%; оксида углерода – 2,86-4,99%.

Характеристика риска развития неканцерогенных токсических эффектов при комбинированном воздействии загрязнителей атмосферного воздуха также проводилась на основе расчета индекса опасности (ИИ). Индекс опасности не должен превышать единицу, т.к. при таком воздействии вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни незначительна и такое воздействие является допустимым. Но если индекс опасности превышает единицу, то вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает прямо пропорционально увеличению каждого из коэффициентов опасности. Наибольшему риску воздействия загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат», подвержено население, проживающее в микрорайонах Привокзальной площади (ТБК 1) – индекс опасности равен 1,27; Драмтеатра (ТБК 6) – индекс опасности 0,28; Машзавода (ТБК 7) – индекс опасности 0,191. Наибольшими коэффициентами опасности характеризуются такие компоненты выбросов как марганец и диоксид серы.

Для канцерогенных эффектов нами вычислялся пожизненный риск, при этом делалось предположение о том, что существующие уровни воздействующих доз канцерогенных компонентов выбросов сохраняются и в будущем. Пожизнен-

ный ингаляционный канцерогенный риск определялся как вероятность получения онкологического заболевания от вдыхания вещества, идентифицированного как ингаляционный канцероген. Канцерогенный риск для населения г. Новокузнецка от выбросов ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» варьируется в пределах от $1,27 \cdot 10^{-7}$ до $8,42 \cdot 10^{-6}$ (в зависимости от селитебной зоны). Наибольшие значения канцерогенного риска, связанного с выбросами рассматриваемого предприятия, регистрируются у жителей микрорайонов Привокзальной площади (ТБК 1), Машзавода (ТБК 7), Драмтеатра (ТБК 6) и Цирка (ТБК 5). Канцерогенный риск имплицитно связан такими компонентами выбросов, как сажа, бензин, бенз(а)пирен, свинец, хром (VI). Удельный вес сажи в риске канцерогенной опасности составляет 88,66-93,78%; бензина – 6,05-11,15%.

Полученные суммарные значения рисков по точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения приемлемых уровней риска, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Суммарные значения рисков, выраженные в кратностях превышения приемлемых уровней риска

№ ТБК \ Тип риска	Хронической интоксикации	Канцерогенный
1	1,34	0,084
2	0,021	0,001
3	0,029	0,002
4	0,054	0,004
5	0,152	0,011
6	0,371	0,027
7	0,239	0,017
8	0,033	0,002
9	0,198	0,001

Суммарные значения риска, выраженные в кратностях превышения приемлемых уровней, в большинстве рассматриваемых селитебных зон, подверженных воздействию выбросов ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат», не превышают 1. Исключение составляет микрорайон Привокзальной площади, в котором суммарное значение риска хронической интоксикации, связанное с поступлением в приземный слой воздуха загрязняющих веществ от ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат», превышает приемлемый уровень в 1,34 раза.

Таким образом, воздействие на здоровье населения г. Новокузнецка выбросов ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат» носит локальный характер, индуцируя высокий уро-

вень риска для жителей селитебной зоны, непосредственно прилегающей к промплощадке предприятия. Наиболее опасными ингредиентами выбросов, обуславливающими риск хронических токсических эффектов для населения граничащего с предприятием микрорайона, являются диоксид серы и марганец; наиболее опасным канцерогенным веществом, отходящим от стационарных источников предприятия, определена сажа. Несмотря на то, что по большинству точек воздействия уровни риска, имплицированные с загрязнением атмосферного воздуха ОАО «Новокузнецкий хладокомбинат», не превышают приемлемых уровней, выбросы рассматриваемого предприятия вносят определенный вклад в формирование аэрогенной опасности для здоровья населения промышленного центра.

Список литературы

1. Захаренков В.В., Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Голиков Р.А. Оценка экологического риска, связанного с загрязнением воздуха сели-

тебных зон промышленного города // Академический журнал Западной Сибири. – 2015. – № 5. Т. 11. – С. 52–53.

2. Кузьмин С.В., Гурвич В.Б., Диконская О.В., Малых О.Л., Ярушин С.В. Методология оценки и управления риском для здоровья населения в системе законодательного регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 1. – С. 4–8.

3. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002.

4. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. – 111 с.

5. Рахманин Ю.А., Малышева А.Г. Концепция развития государственной системы химико-аналитического мониторинга окружающей среды // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 4–9.

6. Рахманин Ю.А., Синицына О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 4–10.

7. Щербо А.П., Киселев А.В. Оценка риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье. – СПб.: СПбМАПО, 2005. – 92 с.