

УДК 614.7

**ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ,  
СВЯЗАННОГО С ВЫБРОСАМИ КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ****Захаренков В.В., Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Олещенко А.М.,  
Кислицына В.В., Корсакова Т.Г.***Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний, Новокузнецк, e-mail: ecologia\_nie@mail.ru*

В работе проведена оценка риска для здоровья населения промышленного города, связанного с выбросами крупных предприятий. Определен суммарный ингаляционный риск хронической интоксикации, риск немедленного действия. Выявлен вклад отдельных предприятий в формирование среднегодовых расчетных концентраций загрязняющих веществ. Предложен алгоритм оценки риска для промышленного предприятия.

**Ключевые слова:** промышленные предприятия, атмосферный воздух, оценка риска, здоровье населения**RISK ASSESSMENT FOR THE POPULATION HEALTH RELATED  
TO THE EMISSIONS OF LARGE ENTERPRISES****Zakharenkov V.V., Golikov R.A., Surzhikov D.V., Oleshchenko A.M.,  
Kislitsyna V.V., Korsakova T.G.***Research institute for complex problems of hygiene and occupational diseases, Novokuznetsk,  
e-mail: ecologia\_nie@mail.ru*

The paper deals with the assessment of risk to the population health in the industrial city related to the emissions of large enterprises. The total inhalation risk of chronic intoxication, the risk of immediate action is determined. The contribution of separate enterprises in the formation of the estimated annual average concentrations of the pollutants is revealed. The algorithm of risk assessment for an industrial enterprise is proposed.

**Keywords:** industrial enterprises, atmospheric air, risk assessment, the population health

Атмосферный воздух является ведущим объектом окружающей среды, с которой связана наибольшая часть всех рисков здоровью населения [2, 6]. Для корректной оценки ущербов от этого фактора необходимо изменение системы мониторинга воздушных загрязнений; приближение ее к международным требованиям; гармонизация нормативной базы, которая пока как по структуре нормативов, так и по их значениям существенно отличается от рекомендаций международных организаций. При наличии в РФ и СНГ большого числа нормативов ПДК имеет смысл использовать их для оценки риска неспецифических эффектов, возникающих у населения [1, 5, 6].

Степень загрязнения атмосферы зависит от количества выбросов вредных веществ и их химического состава, от высоты, на которой осуществляются выбросы, и от метеорологических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ. Техногенные выбросы от промышленных источников и транспорта больших городов распространяются на значительные площади, являясь причиной загрязнения прилегающих территорий. Обеспечение нормальной с эколого-гигиенических позиций среды обитания требует постоянного совершенствования

организационных, правовых, научных и инженерных мер, а также гибкой системы управления их реализацией [2, 3, 6, 7].

**Цель работы** – оценка риска для здоровья населения промышленного города, связанного с выбросами крупных предприятий.

**Материалы и методы исследования**

Риск немедленного воздействия, связанный с загрязнением воздушной среды, оценивался по моделям с использованием максимальных разовых концентраций. При этом в качестве эффекта оценивался не только риск появления заболеваний острого характера, но и вероятность рефлекторных реакций (ощущение раздражения, неприятного запаха), психологического дискомфорта. В пользу этого суждения свидетельствует ряд соображений практического свойства. Так, с одной стороны, основной поток жалоб населения в органы Роспотребнадзора вызывает фиксируемое органами чувств изменение качества окружающей среды. С другой стороны, вредные примеси и другие факторы, обладающие свойствами вызывать такие ощущения, нормируются с учетом именно этих эффектов. При этом в экспериментах используется беспороговая модель интенсивности нарастания эффектов при увеличении уровня воздействия, а норматив определяется как вероятностная величина.

Для расчета эффектов, связанных с длительным (хроническим) воздействием веществ, загрязняющих воздух, использовалась информация об их осредненных (за несколько лет) концентрациях. В случае экс-

периментального обосновании нормативов предельного содержания вредных примесей в атмосферном воздухе по эффекту хронического воздействия математическая обработка результатов строится по принципу определения зависимости «концентрация-время-эффект».

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. Рассматриваемые неканцерогенные примеси (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, фтористый водород) характеризуются наибольшим удельным весом в валовых выбросах загрязняющих веществ от стационарных источников промышленных предприятий в г. Новокузнецке.

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)». Оценка риска проводилась для предприятий, расположенных на территории г. Новокузнецка. Так как на территории города находится несколько десятков предприятий, выбросы которых сильно различаются по объему и составу, были отобраны 11 ведущих предприятий: Западно-Сибирский металлургический комбинат (ЗСМК), Кузнецкий завод ферросплавов, аглофабрика «Абагурская», ТЭЦ «Кузнецкая», ТЭЦ «Западно-Сибирская», шахта «Абашевская», ЦОФ «Абашевская», ЦОФ «Кузнецкая» и др. Удельный вес этих промышленных предприятий в суммарных выбросах взвешенных веществ в г. Новокузнецке составляет 85,6%, диоксида серы – 95,5%, оксида углерода – 93,6%, диоксида азота – 83,5%.

Было проведено разбиение всей территории города на 20 ячеек, в каждой из которых проживает 5% населения. Поскольку плотность населения не одинакова по территории г. Новокузнецка, то площади ячеек различались. В районах современной застройки плотность выше, площадь ячейки меньше, и, наоборот, в районах малоэтажной застройки ячейки были большими по площади. Рецепторная точка, в которой определялись расчетные концентрации атмосферных примесей, выбиралась в центре ячейки, а точнее, в ближайшем к нему узле координатной сетки, которая используется в модели рассеяния «Эколог». При расчете максимальных концентраций каждое из 11 рассматриваемых предприятий аппроксимировалось одним точечным источником с усредненными параметрами – высотой трубы, температурой отходящих газов, координатами, расходом газовой смеси. 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 20 рецепторных точек и каждого из 11 рассматриваемых предприятий максимальные и среднегодовые концентрации атмосферных примесей, имплициро-

ванные с риском немедленного действия и риском хронической интоксикации. Исчисленные уровни неканцерогенного ингаляционного риска сопоставлялись с приемлемыми значениями риска (0,02 – для хронической интоксикации, 0,05 – для немедленного действия).

### Результаты исследования и их обсуждение

Суммарный ингаляционный риск хронической интоксикации, связанный с расчетными среднегодовыми концентрациями, для населения г. Новокузнецка, колеблется от 0,1 до 0,36 (в долях единицы) в зависимости от селитебной зоны. Максимальный уровень риска отмечается в Кузнецком (III – 0,36) и Новоильинском (V – 0,27) районах города, минимальный уровень – в Куйбышевском (IV – 0,1) и Центральном (I – 0,15) районах. Селитебная зона Заводского (II) и Орджоникидзевского (VI) районов характеризуется умеренным уровнем риска – 0,211 и 0,212. Удельный вес взвешенных веществ в формировании суммарного хронического риска составляет 21,22–24,59% (в зависимости от селитебной зоны), диоксида серы – 29,11–35,47%, оксида углерода – 5,29–9,28%, диоксида азота – 27,91–33,2%.

Ведущая роль в формировании среднегодовых расчетных концентраций взвешенных веществ принадлежит выбросам Западно-Сибирского металлургического комбината (ЗСМК – 10,3–44,7% в зависимости от зоны воздействия), аглофабрики «Абагурская» (0,89–16,7%), ТЭЦ «Кузнецкая» (2,57–34,4%), ТЭЦ «Западно-Сибирская» (9,77–39,43%), Кузнецкого цементного завода (КЦЗ – 3,69–23,2%). Вклад выбросов в воздушный бассейн города от стационарных источников ЗСМК в среднегодовой концентрации диоксида серы колеблется по селитебным зонам от 15,34 до 51,4%, аглофабрики «Абагурская» – от 1,36 до 28,27%, ТЭЦ «Кузнецкая» – от 2,94 до 50,7%, ТЭЦ «Западно-Сибирская» – от 13,86 до 43,25%. Выбросы ЗСМК формируют среднегодовые концентрации оксида углерода (удельный вес – от 41,8 до 96,1% в зависимости от зоны воздействия). Выбросы ТЭЦ «Кузнецкая» и ТЭЦ «Западно-Сибирская» определяют средний уровень загрязнения атмосферы г. Новокузнецка диоксидом азота (вклад выбросов двух теплоэнергетических предприятий в расчетной концентрации составляет 4,13–65,56% и 21,1–71,6% соответственно).

По максимальным расчетным концентрациям атмосферных примесей исчислен ингаляционный риск немедленного действия для населения г. Новокузнецка. Самый высокий уровень риска немедленного действия отмечается в III районе (0,903 в до-

лях единицы), на территории, попадающей в зону рассеивания выбросов ферросплавного завода и ТЭЦ «Кузнецкая». На этой территории наивысший уровень риска имеется по диоксиду азота, взвешенным веществам (0,579), диоксиду серы (0,345), оксиду углерода (0,081).

На втором месте по степени ингаляционного риска немедленного действия находится VI район (0,655), где основная доля выбросов в атмосферу приходится на предприятия угольной отрасли. Третье место по уровню риска занимают II и V районы города (0,5 и 0,54), на состояние воздушных бассейнов этих селитебных территорий оказывают воздействие выбросы от стационарных источников ЗСМК и ТЭЦ «Западно-Сибирская».

Суммарный риск немедленного действия по всем рассматриваемым селитебным территориям г. Новокузнецка имплицитно максимальные концентрации диоксида азота. Риск, связанный с взвешенными веществами, составляет 23,0–100,0% от суммарного (в зависимости от зоны воздействия), с диоксидом серы – 4,26–38,21%, с оксидом углерода – 4,43–23,71%.

Наибольшим удельным весом в формировании максимальных концентраций взвешенных веществ в атмосферном воздухе города характеризуются выбросы ЗСМК (4,72–29,66%), аглофабрики «Абагурская» (1,48–16,14%), ТЭЦ «Кузнецкая» (4,82–44,39%), ТЭЦ «Западно-Сибирская» (2,77–16,22%), КЦЗ (10,98–41,58%).

Выбросы от стационарных источников ЗСМК определяют максимальные уровни загрязнения приземного слоя воздуха диоксидом серы (5,26–45,93%), оксидом углерода (19,86–89,44%) и диоксидом азота (2,69–16,37%). Выбросы аглофабрики «Абагурская» при неблагоприятных метеорологических условиях участвуют в формировании повышенных уровней загрязнения диоксидом серы (5,73–49,04%) и оксидом углерода (8,2–76,0%); ТЭЦ «Кузнецкая» – диоксидом серы (9,81–65,06%) и диоксидом азота (7,81–74,33%); ТЭЦ «Западно-Сибирская» – диоксидом серы (4,14–33,6%) и диоксидом азота (11,23–63,57%).

При сохранении выявленного уровня загрязнения атмосферного воздуха на протяжении длительного времени в г. Новокузнецке вероятно ожидать дополнительно к фоновому уровню увеличение общей заболеваемости населения на 1496 случаев в год хроническими нозологиями. При этом у более, чем 242 тыс. человек в течение года проявятся различные рефлекторные реакции, имплицитированные с достижением максимальных концентраций загрязняющих примесей в воздушном бассейне города.

Суммарный ингаляционный риск хронической интоксикации по селитебным территориям г. Новокузнецка превышает приемлемый уровень в 4,95–19,18 раза, суммарный риск немедленного действия – в 1,94–18,06 раза.

Таким образом, не канцерогенные ингаляционные риски для населения г. Новокузнецка в несколько раз превышают приемлемые значения. Ведущая роль в формировании как хронического риска, так и риска немедленного действия принадлежит выбросам предприятий металлургической (ЗСМК и аглофабрика «Абагурская») и теплоэнергетической (ТЭЦ «Кузнецкая» и ТЭЦ «Западно-Сибирская») отраслей. Учитывая существенный вклад ожидаемого ингаляционного риска, связанного с взвешенными веществами, диоксидами серы и азота, в уровень заболеваемости населения, необходимо рекомендовать органам экологического контроля принятие мер по снижению загрязнения атмосферного воздуха вышеуказанными примесями.

Нами предлагается следующий алгоритм оценки риска для промышленного предприятия: на первом этапе проводится анализ выбросов, отходящих от источников предприятия в атмосферный воздух, с выделением приоритетных химических веществ по потенциальной степени опасности для человека. Осуществляется расчет максимальных и среднегодовых концентраций примесей в приземном слое воздуха селитебной зоны, прилегающей к промышленному предприятию, с использованием моделей рассеивания выбросов.

На втором этапе проводится априорная оценка индивидуального и популяционного риска для здоровья населения рассматриваемой селитебной зоны, связанного с выбросами предприятия. Производится сравнение полученных расчетных уровней риска с приемлемыми и фоновыми значениями риска.

На третьем этапе осуществляется проведение мониторинга загрязнения атмосферы и состояния здоровья населения, проживающего в зоне распространения выбросов предприятия. Определяются натурные среднемесячные и максимальные (за месяц) концентрации атмосферных примесей, а также интенсивные коэффициенты заболеваемости населения.

На четвертом этапе осуществляется верификация риска методами корреляционно-регрессионного статистического анализа между показателями здоровья населения и уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Определяются приоритетные загрязнители воздушного бассейна, на снижение

выбросов которых органы эколого-гигиенического контроля должны обратить особое внимание.

На пятом этапе проводится анализ экономической эффективности атмосфероохраняющих мероприятий, разрабатываемых на предприятии, с использованием показателя удельных затрат на сокращение риска для здоровья человека, связанного с выбросами предприятия.

На промышленных предприятиях для реализации алгоритма оценки риска здоровью населения предполагается задействовать отделы охраны окружающей среды, либо отделы экологии. Данные отделы существуют практически на всех промышленных предприятиях, осуществляющих выбросы в воздушный бассейн от стационарных источников. Кроме того, на крупных промышленных предприятиях, таких как металлургические комбинаты, предполагается задействовать лаборатории промышленной санитарии для замера концентраций токсичных примесей на границах санитарно-защитных и селитебных зон.

Разработанные алгоритмы оценки риска позволяют: оценить роль промпредприятий в изменении (или постоянстве) качества окружающей среды; верифицировать риск для здоровья населения методом определения корреляционно-регрессионных характеристик (нормированных коэффициентов регрессии, коэффициентов эластичности); ориентировать административные и са-

нитарные надзорные органы в их работе по улучшению экологической обстановки в промышленном городе. Применение аналогичных алгоритмов возможно и при оценке ущерба для здоровья человека, связанного со сбросами в городские водные объекты от промышленных предприятий.

#### Список литературы

1. Большаков В.В., Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Панаиотти Е.А. Анализ ущерба для здоровья населения промышленного центра от загрязнения атмосферного воздуха // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 4. – С. 9–13.
2. Захаренков В.В., Вибляя И.В., Колядо В.Б. Оптимизация управления региональной системой охраны здоровья трудовых ресурсов // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2014. – № 5. – С. 36–38.
3. Захаренков В.В., Кислицына В.В. Определение приоритетности природоохранных мероприятий на основе оценки риска для здоровья населения промышленного города // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 2. – С. 12–15.
4. Кислицына В.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения промышленного города // Академический журнал Западной Сибири. – 2013. – Т. 9. № 3 (46). – С. 86–87.
5. Климов П.В., Суржиков В.Д., Суржиков Д.В., Большаков В.В. Оценка антропогенного загрязнения атмосферного воздуха г. Новокузнецка // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2011. – № 2 (46). – С. 190–194.
6. Суржиков Д.В. Загрязнение окружающей среды промышленного центра металлургии как фактор риска для здоровья: дис...докт. биол. н. – Новокузнецк, 2007. – 364 с.
7. Суржиков Д.В., Осипов В.Д. Оценка воздействия канцерогенных загрязнителей окружающей среды на население промышленного города // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2005. – № 1. – С. 140–142.