

УДК 614.71:614.78

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АЭРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ
НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ I, II КЛАССА
ОПАСНОСТИ С ОБОСНОВАНИЕМ РАЗМЕРОВ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН**

Боев В.М., Карпенко И.Л., Боев М.В., Бархатова Л.А., Зеленина Л.В., Кряжев Д.А.

ФГБОУ ВО Оренбургский государственный медицинский университет Минздрава РФ,
Оренбург, Россия

Целью работы являлось проведение идентификации токсичных примесей с оценкой аэрогенного неканцерогенного и канцерогенного риска для здоровья населения и обоснование размеров санитарно-защитных зон предприятий I, II классов опасности. Оценка аэрогенного риска проведена для здоровья населения, проживающего в зоне влияния предприятий I, II классов опасности, с целью определения степени опасности атмосферных загрязнений на население, определения ведущих факторов риска и их источников для дальнейшей разработки эффективного обоснования размеров санитарно-защитных зон.

Ключевые слова: окружающая среда, оценка риска, санитарно-защитные зоны

Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

**HYGIENIC ASSESSMENT OF AEROGENIC HEALTH RISK FOR THE POPULATION
LIVING NEAR THE HAZARDOUS CLASS I, II ENTERPRISES WITH
DETERMINATION OF SANITARY PROTECTION ZONES SIZES**

Boev V.M., Karpenko I.L., Boev M.V., Barchatova L.A., Zelenina L.V., Kryazhev D.A.

The Orenburg State Medical University

The goal of this work was to identify toxic impurities with the assessment of aerogenic non-carcinogenic and carcinogenic health risks for the population and determination of sanitary-protective zones of the hazardous Class I, II enterprises. The aerogenic health risk was assessed in the population living in the areas exposed to the impact of hazardous Class I, II enterprises in order to identify the ambient pollution hazard for the population, the leading risk factors and their sources for the determination of sanitary protection zones sizes.

Key words: environment, risk assessment, sanitary protection zone

Authors declare lack of the possible conflicts of interests.

Основным преимуществом методологии оценки риска является возможность прогнозирования вероятности ущерба здоровью населения от загрязнения среды обитания, как в реальной, так и в моделируемой ситуации с целью обоснования размера СЗЗ промышленных предприятий [2, 4, 6, 8]. В выполненных ранее работах дана эколого-гигиеническая оценка комплексной антропогенной нагрузки на здоровье населения в условиях урбанизированных территорий, уровни аэрогенного риска здоровью населения от воздействия химических поллютантов атмосферного воздуха и воздуха закрытых помещений [1, 3, 5, 7].

Однако до настоящего времени остается нерешенным вопрос выбора наиболее оптимальной, экономически целесообразной и достоверной методологии определения СЗЗ предприятий, минимального объема приоритетных ксенобиотиков, необходимых для проведения натурных исследований. Недостаточно изучены вопросы оценки аэрогенного неканцерогенного и канцерогенного риска для здоровья населения при обосновании размеров санитарно-защитных зон промышленных объектов различных классов опасности.

Цель работы – провести идентификацию токсичных примесей с оценкой аэрогенного неканцерогенного и канцерогенного риска для здоровья населения в районе размещения промышленных предприятий I, II классов опасности и обосновать размеры санитарно-защитных зон.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования были выбраны 2 крупных предприятия I и II класс опасности, являющиеся источниками загрязнения атмосферного воздуха селитебных территорий, расположенные в Оренбургском районе и городе Оренбурге.

В работе были использованы базы данных (2002 - 2010 г.г.) отдела социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области» о содержании примесей в атмосферном воздухе населенных мест. Кроме того, для оценки уровней фактической экспозиции ксенобиотиков в атмосферном воздухе в районах размещения исследуемых предприятий были использованы данные лабораторного производственного контроля качества атмосферного воздуха на границе ориентировочных санитарно-защитных зон и границ ближайшей жилой застройки по приоритетным загрязнителям. Также были проанализированы расчеты рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, представленные в проектах предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (проектах ПДВ) указанных предприятий.

Определение границ санитарно-защитных зон предприятий проводилось путем математического расчета кратности снижения уровня риска с увеличением расстояния от предприятия до приемлемых величин.

Оценка многокомпонентного аэрогенного риска проводилась в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов осуществлялась путем сравнения фактических значений (суточной концентрации веществ) с уровнями референтного (безопасного) воздействия (RfC), с расчетом коэффициентов и индексов опасности (HQ и HI).

Канцерогены в атмосферном воздухе были идентифицированы на основании СанПин 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности», а также с использованием баз данных Интегрированной информационной системы о рисках (IRIS), Агентства по охране окружающей среды США (U.S. EPA). Для расчета канцерогенного риска были использованы данные о величине экспозиции (среднесуточная доза в течение жизни, LADD) и значениях фактора канцерогенного потенциала (фактор наклона, SF).

Полученные результаты подвергались стандартной статистической обработке.

Результаты и обсуждение.

На первом этапе была проведена оценка содержания химических веществ в атмосферном воздухе по данным маршрутных и стационарных постов наблюдения. Суммарный коэффициент аэрогенной нагрузки по приоритетным поллютантам (K сумм.) составил 2,65 по данным стационарных постов наблюдения и 1,5 - маршрутных (Табл. 1). Превышение гигиенических нормативов на стационарных и маршрутных

постах наблюдения регистрировалось по таким соединениям, как формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества, оксид углерода, никель, медь, сероводород, диоксид серы.

Таблица 1

Содержание химических веществ в атмосферном воздухе населенных мест города (относительно ПДК)

Наименование вещества	Стационарные посты		Маршрутные посты	
	Средние доли ПДК ($M \pm m$)	Средне-квадратичное отклонение (σ)	Средние доли ПДК ($M \pm m$)	Средне-квадратичное отклонение (σ)
Формальдегид	1.82±0.1	0.27	0.17±0.03	0.09
Диоксид азота	1.18±0.04	0.12	0.42±0.03	0.07
Взвешенные вещества	0.95±0.04	0.1	0.63±0.04	0.1
Оксид углерода	0.51±0.03	0.08	0.46±0.05	0.13
Сероводород	0.29±0.05	0.13	0.16±0.04	0.1
Диоксид серы	0.076±0.01	0.03	0.052±0.007	0.02
Никель	-		0.42±0.18	0.46
Медь	-		0.41±0.11	0.27
Железо	-		0.072±0.035	0.06
Марганец	-		0.027±0.009	0.024
Кадмий	-		0.02±0.007	0.01
Диоксид азота + диоксид серы	1.26±0.02	0.07	0.47±0.02	0.045
Диоксид серы + сероводород	0.37±0.03	0.08	0.21±0.02	0.06
Сероводород + формальдегид	2.11±0.07	0.2	0.33±0.035	0.095
К сумм.		2,65		1,53

На 2-м этапе проведена оценка аэрогенного риска по расчетным концентрациям модели рассеивания веществ с учетом фонового уровня загрязнения атмосферы приоритетными загрязнителями (азота оксид, аммиак, серы диоксид, сероводород, оксид углерода, взвешенные вещества, углеводороды).

Неканцерогенный риск острого ингаляционного воздействия по данным модели рассеивания в районе размещения предприятий I, II класса опасности во всех рецепторных точках – приемлемый ($HQ = 0,028 - 0,32$), а в условиях хронического ингаляционного воздействия риск неприемлемый.

Для предприятия I класса опасности в формирование неприемлемого неканцерогенного риска по данным модели рассеивания вносят вклад вещества: азота диоксид, сероводород, взвешенные вещества, а также группы суммации: аммиак + сероводород; диоксид азота + серы диоксид + углерода оксид + фенол; серы диоксид + сероводород (Рис.1). Неприемлемый уровень риска при воздействии взвешенных веществ создается преимущественно фоновым уровнем загрязнения атмосферы (вклад предприятия в неканцерогенный риск по взвешенным веществам составляет от 0,5% до 7,6%).

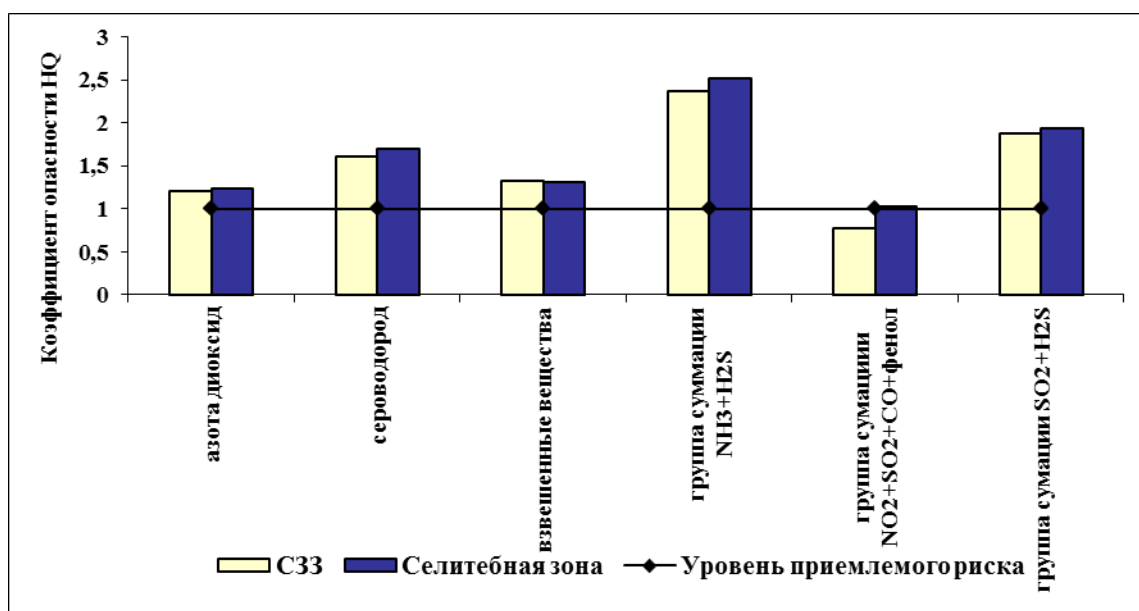


Рисунок 1. Уровень неканцерогенного риска хронического воздействия выбросов предприятия I класса опасности с учетом фонового уровня загрязнения атмосферы (модель рассеивания)

Для предприятия II класса опасности вклад в формирование неприемлемого риска по данным модели рассеивания на границе С33 вносят марганец, азота диоксид, сероводород, оксид углерода, углеводороды С12-С19, пыль неорганическая (70-20% SiO₂), группы суммации (ванадия пятиокись + окислы марганца; азота диоксид + серы диоксид; серы диоксид + сероводород). На границе ближайшей жилой застройки – азота диоксид, серы диоксид, сероводород, углерода оксид, пыль неорганическая (70-20% SiO₂), группы суммации (ванадия пятиокись + серы диоксид; азота диоксид + серы диоксид; серы диоксид + сероводород). Наибольший вклад (от 0% до 30,4%) в формирование неприемлемого риска на границе С33 и границе жилой застройки вносит фоновое загрязнение атмосферы азотом диоксида, сероводородом, оксидом углерода, пыли неорганической (70-20% SiO₂) и группой суммации азота диоксид + серы диоксид (Рис.2).

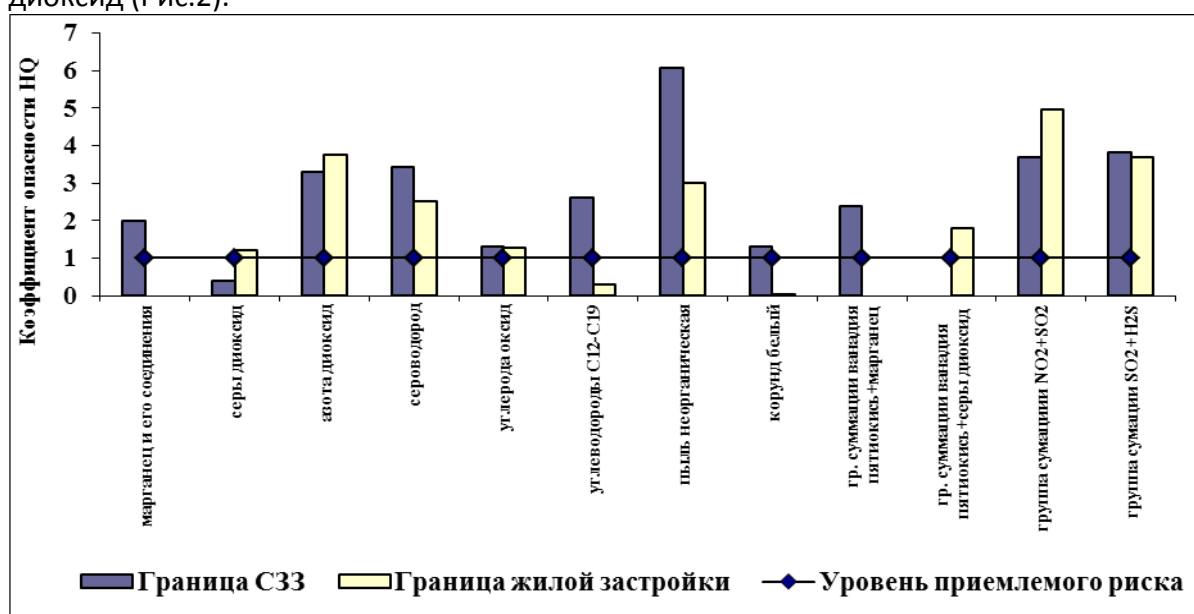


Рисунок 2. Уровень неканцерогенного риска хронического воздействия выбросов предприятия II класса опасности с учетом фонового уровня загрязнения атмосферы (модель рассеивания)

При оценке индивидуального канцерогенного риска было идентифицировано 1 канцерогенное вещество, присутствующее в выбросах предприятия I класса опасности – бензол. Анализ результатов показал, что уровень риска на границе СЗЗ и границе жилой застройки от воздействия бензола можно классифицировать как предельно допустимый (ICR $5,4 \times 10^{-6}$).

Канцерогенный риск в районе предприятия II класса опасности по данным модели рассеивания во всех рецепторных точках по веществам бензол, этилбензол, бензин также был классифицирован как предельно допустимый и находился в диапазоне 1×10^{-6} – 1×10^{-4} .

Вклад предприятий в формирование неприемлемого уровня неканцерогенного ингаляционного риска для здоровья населения (по модели рассеивания) составляет 0,5-80,7% для предприятия I класса опасности и от 0 до 100% для II класса.

Таким образом, установлено, что в формирование неприемлемого уровня аэрогенного риска для здоровья населения, проживающего в районах размещения изучаемых предприятий, превалирующий вклад вносит существующий фоновый уровень загрязнения атмосферы приоритетными загрязнителями, создаваемый за счет не связанных с исследуемыми предприятиями источников выбросов.

Полученные результаты оценки аэрогенного риска для здоровья населения были использованы для определения безопасных размеров санитарно-защитных зон, за пределами которых уровни аэрогенного риска равны или меньше предельно допустимых значений.

Для обоснования размера СЗЗ предприятий были выявлены ксенобиотики, вносящие наибольший вклад в формирование неприемлемого уровня аэрогенного риска: для предприятия I класса опасности неканцерогенный риск - сероводород и II класса опасности углеводороды C₁₂-C₁₉, марганец, сероводород.

По веществам с максимальными значениями уровней риска в рецепторных точках проведены математические расчеты кратности снижения уровней риска до приемлемых значений для предприятий на границе их ориентировочной санитарно-защитной зоны и границе ближайшей жилой застройки. Максимально безопасные для экспонируемого населения размеры СЗЗ составляют: для предприятия I класса опасности – 1600 м, для предприятия II класса опасности – 1750 м (Табл.2).

Таблица 2

Кратность снижения уровня риска и максимально безопасные размеры санитарно-защитных зон предприятий

Предприятие	Размер СЗЗ предприятий по кратности снижения уровня риска				
	Неканцерогенный риск		Канцерогенный риск		Максимально безопасный размер СЗЗ
	Вещество	Размер СЗЗ	Вещество	Размер СЗЗ	
I класса опасности	Сероводород	1600 м	-	-	1600 м
II класса опасности	Углеводороды C ₁₂ -C ₁₉	1400 м	-	-	1750 м
	Марганец и его соединения	1750 м			
	Сероводород	600 м			

Выводы:

1. В формирование неприемлемого уровня аэрогенного риска для здоровья населения, проживающего в районах размещения предприятий, большой вклад вносит

фоновый уровень загрязнения атмосферы приоритетными загрязнителями, создаваемого выбросами не связанных с предприятиями источников.

2. Недостаточность ориентировочных и расчетных размеров СЗЗ предприятий актуализирует необходимость и целесообразность применения методологии оценки риска при определении размера санитарно-защитной зоны.

Список литературы:

1. Боев, В. М. Методология комплексной оценки антропогенных и социально-экономических факторов в формировании риска для здоровья населения / В.М. Боев // Гигиена и санитария. – 2009. - № 4. – С. 4-9.
2. Практическое применение методологии оценки риска для здоровья населения при обосновании санитарно-защитной зоны / В.М. Боев, А.А. Киреев, С.А. Осиян и др. // Гигиена и санитария. – 2009. - № 4 – С. 82-84.
3. Большаков, А. М. Оценка риска влияния загрязнения атмосферного воздуха бензолом на здоровье населения / А.М. Большаков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2000. – №6. – С. 24-28.
4. Борщук, Е. Л. Экономическая оценка аэрогенного канцерогенного риска здоровью населения промышленного города / Е.Л. Борщук // Гигиена и санитария. – 2002. – №5. – С. 80-81.
5. Быстрых, В. В. Комплексная оценка канцерогенной нагрузки селитебных территорий города Оренбурга / В. В. Быстрых // Гигиена и санитария. – 2002. – № 5. – С. 8-11.
6. Гурвич, В. Б. Управление риском для здоровья населения при технологическом и санитарно-техническом перевооружении промышленных предприятий / В. Б. Гурвич, Э. Г. Плотко, С. В. Ярушин // Гигиена и санитария. – 2007. – № 3. – С. 18-21.
7. Зайцева, Н. В. Концепция риска в системе мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия / Н. В. Зайцева, П. З. Шур // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 19-21.
8. Онищенко, Г. Г. Оценка риска влияния факторов окружающей среды на здоровье населения в системе социально-гигиенического мониторинга / Г. Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 3-5.

Поступила/Received: 30.03.2018

Принята в печать/Accepted: 04.04.2018