

**ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ г. МОГИЛЕВА ОТ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ  
АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ**

**Крюковская Т.В.**

**Научный руководитель – Мельнов С.Б., д.б.н., профессор  
Могилевский государственный университет продовольствия  
г. Могилев, Республика Беларусь**

Современная экологическая ситуация характеризуется наличием в окружающей среде химических веществ, обладающих различными свойствами в отношении воздействия на организм человека. В последние годы в результате принимаемых мер воздействие высоких концентраций химических веществ, вызывающих острые токсические эффекты практически исключено. Вместе с тем в настоящее время очевидны доказательства того, что, воздействуя в малых концентрациях длительное время и в комбинации с другими вредными факторами окружающей среды, химические вещества приводят к функциональным и морфологическим расстройствам органов и систем организма человека, способствуя тем самым косвенно развитию заболеваний и снижению адаптивных возможностей организма. В этой связи чрезвычайно актуальными являются исследования в области оценки потенциальных эффектов воздействия на здоровье человека химических веществ в течение продолжительного времени в малых дозах и выявления причинно-следственных связей этого воздействия с заболеваемостью населения. В данной работе была предпринята попытка выполнить такую оценку в отношении эффектов воздействия вредных веществ атмосферного воздуха на здоровье населения одного из крупных индустриальных центров Республики Беларусь – г. Могилева.

Методология оценки риска воздействия на организм человека факторов среды обитания предусматривала проведение четырех этапов исследования: идентификации опасности, оценки экспозиции, оценки зависимости «доза-ответ» и характеристики опасности. Исследования по оценке риска осуществлялись в соответствии с полной (базовой) схемой согласно Руководству «Порядок проведения оценки риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (№11-8-7-2003 от 09.07.2003) и носили ретроспективный характер.

Выполнение первого этапа оценки риска (идентификация опасности) предусматривало выявление всех источников загрязнения атмосферного воздуха и возможного воздействия их на человека, предварительную формулировку сценария и маршрутов воздействия вредных факторов, составление перечня потенциально опасных химических веществ, характеристику потенциально вредных эффектов химических веществ и выбор приоритетных для исследования химических веществ. Были установлены потенциально канцерогенные химические соединения, действию которых подвергается изучаемая популяция. При оценке риска развития неканцерогенных эффектов мы исходили из предположения о наличии порога вредного действия, ниже которого вредные эффекты не развиваются, поэтому был выполнен анализ данных о референтных уровнях для острого и/или хронических воздействий химических веществ. При проведении идентификации опасности источником сведений о поступлении химических веществ в атмосферу являлись величины средних и максимальных из разовых концентраций основных и приоритетных специфических

загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Могилева согласно данным Департамента по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды за период 2006 - 2010 г.г. Таким образом, перечень рассматриваемых веществ составили следующие -- твердые частицы (суммарно), диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, сероводород, фенол, аммиак, формальдегид, свинец, а также сероуглерод.

На втором этапе была выполнена оценка экспозиционных нагрузок относительно острого и хронического типов воздействия. Для рассматриваемого нами случая экспозиции в жилой зоне, продолжительность которой может быть больше одного возрастного периода жизни, суточная и хроническая дозы рассчитывались нами отдельно для каждого периода жизни (в соответствии с общепринятой классификацией), так как различным возрастам присущи специфические значения величин контакта и массы тела. Был произведен расчет общей потенциальной дозы (мг/сут), которая использовалась далее в качестве меры экспозиции, рассчитана величина среднесуточной потенциальной дозы и, учитывая частоту воздействия (сценарий жилой зоны), выполнен расчет величин поступления химического вещества (мг/кг·сут). При оценке канцерогенного риска использовалась средняя суточная доза, усредненная с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека.

В процессе оценки зависимости «доза-ответ» была установлена количественная связь между уровнем воздействия и возникающими в результате этого вредными эффектами на состояние здоровья.

Характеристика риска была проведена отдельно в отношении канцерогенных и неканцерогенных эффектов. Был выполнен расчет индивидуального канцерогенного риска (CR) для каждого отдельного вещества, поступающего в организм человека ингаляционным путем (таблица 1). Это дополнительный, над фоновым, риск для человека заболеть раком в течение жизни в результате воздействия конкретного химического вещества при определенной концентрации. В соответствии с расчетом, учитывающим частоту экспозиции вредного вещества ( $CR_1$ ), уровень индивидуального канцерогенного риска, связанного с присутствием в атмосферном воздухе жилой зоны формальдегида, для категории взрослого населения и детей от 6 до 18 лет является низким, для детей от 0 до 6 лет – минимальным. Оцененный уровень индивидуального канцерогенного риска, обусловленного свинцом, является приемлемым (минимальным) применительно к наблюдаемым концентрациям. Результаты оценки индивидуального канцерогенного риска без учета частоты экспозиции ( $CR_2$ ) свидетельствуют о наличии неприемлемого (высокого) уровня риска в трех возрастных группах относительно формальдегида и приемлемого (низкого) риска в трех возрастных группах относительно свинца.

Таблица 1 – Уровни индивидуального канцерогенного риска формальдегида и свинца.

Наименование вещества	Возрастная группа	$CR_1$	$CR_2$
формальдегид	взрослые	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$
	дети от 6 до 18 лет	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
	дети от 0 до 6 лет	$2,4 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4}$
свинец	взрослые	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$2,9 \cdot 10^{-7}$
	дети от 6 до 18 лет	$3,8 \cdot 10^{-8}$	$4,8 \cdot 10^{-7}$
	дети от 0 до 6 лет	$6,3 \cdot 10^{-9}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$

Кроме того, был рассмотрен случай аддитивного канцерогенного риска. Отметим, что предположение об аддитивности канцерогенных эффектов справедливо только для области малых вероятностей эффектов и относительно низких уровней воздействия, что имеет место в рассматриваемом нами сценарии экспозиции. Величина канцерогенного риска составила 0,00011 для взрослого населения, 0,00018 – для детей в возрасте от 6 до 18 лет, 0,0001 – для детей в возрасте от 0 до 6 лет, что соответствует неприемлемому (высокому) уровню риска для всех перечисленных возрастных групп. Также был проведен расчет условного годового риска – расчетное число дополнительных случаев рака в течение года. В группе взрослого населения он составил 0,56; в группе детей в возрасте от 6 до 18 лет – 0,93; в группе детей от 0 до 6 лет – 0,54.

Для неканцерогенов процесс характеристики риска включал расчет потенциального риска немедленного (рефлекторного) действия, а также расчет потенциального риска длительного (хронического) действия. Результаты прогнозирования риска возникновения рефлекторных эффектов при загрязнении атмосферного воздуха по данным экспозиции 2010 года представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Величина потенциального риска немедленного действия (по данным экспозиции 2010 г.).

Наименование вещества	Уровень риска	Характеристика риска
Твердые частицы	0,020	удовлетворительный
Диоксид серы	$3,58 \cdot 10^{-12}$	приемлемый
Оксид углерода	0,214	неудовлетворительный
Диоксид азота	0,014	приемлемый
Сероводород	$1,39 \cdot 10^{-9}$	приемлемый
Фенол	0,042	удовлетворительный
Аммиак	0,268	неудовлетворительный
Формальдегид	0,458	неудовлетворительный
Свинец	$6,7 \cdot 10^{-102}$	приемлемый
Сероуглерод	$5,04 \cdot 10^{-6}$	приемлемый

При уровне риска, оцениваемом как приемлемый, практически исключается рост заболеваемости населения, связанный с воздействием оцениваемого фактора, а состояние дискомфорта может проявляться в единичных случаях у особо чувствительных людей. При удовлетворительном уровне возможны частые случаи жалоб населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемого фактора, имеет место тенденция к росту общей заболеваемости, обычно отслеживаемая по данным медицинской статистики или при проведении специальных исследований, но, как правило, не носящая достоверного характера. Неудовлетворительный уровень проявляется возможностью систематических жалоб населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемого фактора (неприятные запахи, рефлекторные реакции и пр.), при наличии тенденции к росту общей заболеваемости, которая, как правило, носит достоверный характер. Отметим, что величина потенциального риска немедленного действия для формальдегида по итогам расчетов находилась на уровне весьма близком к опасному, характеризующегося возможностью массовых случаев жалоб населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемого фактора, может

иметь место достоверная тенденция к росту общей заболеваемости и появлению других эффектов неблагоприятного воздействия (появление патологии, специфически связанной с типом воздействующего фактора и пр.). Подчеркнем, что такая ситуация была зафиксирована нами при экспозиции в 2006 году, а экспозиция в 2007 году приводила к уровню риска, характеризующемуся как чрезвычайно опасный, отражающему загрязнение окружающей среды, которое перешло в иное качественное состояние (появление случаев острого отравления, изменение структуры заболеваемости, тенденция к росту смертности и пр.).

В целом, анализируя сведения за период 2006-2010 г.г., можно сделать вывод о том, что уровень риска в отношении твердых частиц и диоксида азота находился на уровне от приемлемого до удовлетворительного, в отношении оксида углерода – на уровне от удовлетворительного до неудовлетворительного (в 2006, 2008, 2010 г.г.). Для сероводорода отмечена тенденция к улучшению ситуации в последние годы – уровень риска, описываемый как неудовлетворительный в 2007 году, уменьшен до приемлемого в 2009 и 2010 г.г. Подобное характерно и для фенола, но уровень риска здесь снижался с неудовлетворительного уровня в 2007-2008 г.г. до удовлетворительного в 2009-2010 г.г. Риск относительно аммиака в течение указанного временного промежутка колебался от опасного до неудовлетворительного в 2010 году. А уровень риска относительно свинца и сероуглерода наблюдался стабильным в течение этих лет и находился на уровне приемлемого.

Данные, полученные в ходе оценки риска неспецифических хронических эффектов при загрязнении атмосферного воздуха приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Величина потенциального риска хронического действия (по данным экспозиции 2010 г.).

Наименование вещества	Уровень риска	Характеристика риска
Твердые частицы	0,014	приемлемый
Диоксид серы	$7,75 \cdot 10^{-5}$	приемлемый
Оксид углерода	0,091	вызывающий опасение
Диоксид азота	0,040	приемлемый
Сероводород	0,022	приемлемый
Фенол	0,014	приемлемый
Аммиак	0,018	приемлемый
Формальдегид	0,100	вызывающий опасение
Свинец	0,0007	приемлемый
Сероуглерод	0,009	приемлемый

Уровень риска длительного (хронического) действия, вызывающий опасение, отмечен по таким веществам, как оксид углерода и формальдегид. Заметим, что при такой величине потенциального риска возникает тенденция к росту неспецифической патологии. При этом, отраженная в таблице 3 ситуация имела место на протяжении всего периода 2006-2010 г.г.

Таким образом, результаты работы объективно свидетельствуют о том, что экологическая обстановка в пределах рассматриваемой территории не всегда является комфортной для проживающего населения и свидетельствует о необходимости реализации мероприятий по поддержанию экологической безопасности населения.