

УДК 614.76

**ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ  
КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА****к.т.н. В.В. Назарова***Донбасская национальная академия строительства и архитектуры*

**Актуальность.** В условиях возрастающего воздействия факторов среды, в первую очередь антропогенного происхождения, в крупных городах и агломерациях большое значение имеет оценка вероятности поражения, т. е. оценка риска воздействия на здоровье населения загрязняющих веществ.

В данном случае риск - это уровень вероятности возникновения, в связи с проявлением природных или антропогенных факторов, опасности для людей, природных ресурсов, экосистем, исторических, культурных и материальных ценностей на различных территориях.

Специфические условия развития Донецко-Макеевского промузла, преимущество отраслей тяжелой промышленности в структуре промышленного сотрудничества ухудшили экологическую ситуацию в регионе.

Среди городов Донецкой области по уровню загрязнения атмосферного воздуха Макеевка занимает одно из первых мест. Приоритетными загрязнителями воздуха г. Макеевки являются пыль, двуокись азота, аммиак, формальдегид.

Оценка риска или вероятности неблагоприятного воздействия на здоровье человека вредных веществ, загрязняющих среду обитания, опирается на разнообразную информацию об уровне этого загрязнения, токсических свойствах веществ, поступающих в окружающую среду, путях воздействия на человека, особенностях подвергающейся воздействию человеческой популяции.

При планировании природоохранных и оздоровительных мероприятий важной задачей является ранжирование вредных факторов и приоритетных путей воздействия по их вкладам в суммарный риск воздействия на здоровье населения.

**Целью работы** является оценка индивидуального неканцерогенного риска воздействия вредных веществ на здоровье населения г. Макеевки, а также популяционного неканцерогенного риска на основе данных мониторинга состояния загрязнения атмосферного воздуха, а также данных о заболеваемости для выявления вклада приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха города в структуру и риск развития заболеваемости населения.

**Методика исследования.** Вероятность развития вредных (негативных) эффектов для здоровья в результате воздействия на человека различных веществ, загрязняющих компоненты окружающей среды, согласно [1, 2, 3] характеризуют величины индивидуального риска (HQ) развития неканцерогенных эффектов при воздействии отдельных загрязняющих веществ, который рассчитывается по формуле (1):

$$HQ = AC/RfC \quad (1)$$

где  $HQ_n$  – коэффициент опасности для отдельного компонента (вещества) смеси воздействующих загрязняющих веществ;

АС – средняя концентрация загрязняющего вещества в воздействующей на человека среде (в атмосферном воздухе – мг/м<sup>3</sup>, в воде – мг/л). Для оценки риска, обусловленного хроническими воздействиями загрязняющих веществ, применяются среднегодовые концентрации и их верхние 95%-е доверительные границы, установленные по среднесуточным концентрациям;

RfC – референтная концентрация, мг/м<sup>3</sup> – суточное воздействие загрязняющего вещества в течение всей жизни человека, которое, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для его здоровья [2];

Для характеристики риска развития неканцерогенных эффектов при условии одновременного поступления нескольких загрязняющих веществ одним и тем же путем, например, ингаляционным, по формуле (2) рассчитывается индекс опасности:

$$HI = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n \quad (2)$$

Если  $HQ$  ( $HI$ ) < 1, то риска угрозы здоровью нет (опасности отравления нет). Если  $HQ$  ( $HI$ ) > 1, то существует опасность отравления, которая тем больше, чем больше значение  $HQ$  ( $HI$ ) превышает 1.

Наряду с коэффициентом и индексом опасности, которые характеризуют общетоксический риск, оценивался также популяционный (годовой) неканцерогенный риск (ПНР), учитывающий количество токсических эффектов. Согласно методике [4] ПНР определяется как произведение индивидуального неканцерогенного риска и численности экспонированного населения (человек), отнесенное к средней продолжительностью жизни (70 лет). Результаты расчетов  $HQ$ ,  $HI$  и ПНР приведены в таблицах 1 и 2.

Также был произведен расчет и ранжирование риска заболеваемости на основании статистических данных о количестве заболеваний и численности населения. Результаты исследования представлены в таблицах 3-5.

Оценка полученных значений уровней риска производилась в соответствии с системой критериев приемлемости риска, в которой выделяются четыре диапазона риска: риск менее  $10^{-6}$  (1 случай появления негативных эффектов или заболеваний на 1 млн. человек) – минимальный, пренебрежимо малый риск, не требующий дополнительных мероприятий по его снижению; риск от  $10^{-6}$  до  $10^{-4}$  соответствует предельно-допустимому риску, то есть верхней границе приемлемого риска, такие уровни риска подлежат постоянному контролю; риск  $10^{-4}$  до  $10^{-3}$  приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом; риск более  $10^{-3}$  неприемлем ни для населения, ни для профессиональных групп.

**Обсуждение результатов.** На основании усредненных за 2011 год данных мониторинга состояния атмосферного воздуха [5] были рассчитаны риски неблагоприятного воздействия этих веществ на здоровье населения: индивидуальный риск воздействия веществ в воздухе (табл.1), а также популяционный риск суммарного воздействия веществ, указанных в таблице 1 на различные категории населения города.

Таблица 1

Данные мониторинга состояния загрязнения атмосферного воздуха города (среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, 2011 г.) и результаты оценки индивидуального неканцерогенного риска воздействия вредных веществ

Наименование загрязняющего вещества	Критические органы / системы организма человека	АС, мг/м <sup>3</sup>	RfC, мг/м <sup>3</sup>	HQ	HI
Сернистый ангидрид	органы дыхания	0,015	0,08	0,19	11,64
Аммиак	органы дыхания	0,16	0,1	1,60	
Формальдегид	органы дыхания, иммунная система	0,006	0,003	2,00	
Двуокись азота	органы дыхания, кровеносная система	0,128	0,04	3,20	
Пыль	органы дыхания	0,465	0,075	4,65	

Таблица 2

Оценка популяционного неканцерогенного риска воздействия вредных основных веществ, содержащихся в воздухе г. Макеевки

Категория населения	Численность населения	ПНР
Взрослое	332999	51555
Дети до 14 лет	51438	7964
Дети до 1 года	3471	538

Наибольший риск для здоровья представляет пыль в воздухе города (3,1 ПДК<sub>сс</sub>), для которой коэффициент опасности почти в пять раз больше единицы. Вторым по величине концентрации загрязняющим веществом выступает двуокись азота (3,2 ПДК<sub>сс</sub>), HQ=3,20. Критическими органами при воздействии данных веществ в воздухе города являются органы дыхания. Согласно оценке популяционного риска, наличие приведенных веществ в воздухе может привести к нарушению в состоянии здоровья (преимущественно развитие заболеваний органов дыхания) примерно у 52000 человек взрослого населения г. Макеевка (1,5 на 10 человек – очень высокий риск) и у 7900 детей до 14 лет (1,5 на 10 детей города – очень высокий риск). Канцерогенный риск для населения, рассчитанный по [1,2] обусловлен наличием в воздухе относительно высоких концентраций формальдегида (2,1 ПДК<sub>сс</sub>) и характеризуется индивидуальным риском, который составляет  $6,81 \cdot 10^{-6}$  и популяционным риском, составляющим для взрослого населения 2 дополнительных случая новообразований, которые могут возникнуть в течение жизни вследствие воздействия исследуемого фактора.

Расчет и ранжирование риска заболеваемости производился на основании статистических данных о количестве заболеваний и численности населения.

Таблица 3

Оценка риска экологически обусловленной заболеваемости детей  
первого года жизни г. Макеевки

Заболевания	Риск заболеваемости
болезни нервной системы	$5,09 \cdot 10^{-2}$
заболевания крови и кроветворных органов	$2,66 \cdot 10^{-2}$
заболевания органов дыхания	$9,12 \cdot 10^{-1}$

Таблица 4

Оценка риска экологически обусловленной заболеваемости  
детей до 14 лет г. Макеевки

Заболевания	Риск заболеваемости
новообразования	$8,46 \cdot 10^{-3}$
заболевания крови	$2,53 \cdot 10^{-2}$
заболевания системы кровообращения	$6,57 \cdot 10^{-2}$
заболевания нервной системы	$4,65 \cdot 10^{-2}$
заболевания эндокринной системы, нарушение обмена веществ	$8,67 \cdot 10^{-2}$
заболевания органов дыхания, в том числе:	$9,55 \cdot 10^{-1}$
- бронхиальная астма	$8,59 \cdot 10^{-3}$
- хронический бронхит	$1,75 \cdot 10^{-4}$

В структуре заболеваемости населения города, обусловленной воздействием загрязнения атмосферного воздуха (табл. 3-5) доминируют заболевания органов дыхания: в структуре заболеваемости детей до 14 лет занимают первое место по риску заболеваемости, который составляет  $8,87 \cdot 10^{-1}$ , т.е. почти 9 детей из 10; в списке заболеваний взрослого населения занимают четвертое место, величина риска составляет –  $1,58 \cdot 10^{-1}$ . Уровень риска неприемлемо высоких.

Таблица 5

Оценка риска распространенности экологически обусловленных  
заболеваний среди взрослого населения г. Макеевки

Заболевания	Риск заболеваемости
заболевания крови	$6,27 \cdot 10^{-3}$
новообразования	$4,96 \cdot 10^{-2}$
заболевания нервной системы	$2,75 \cdot 10^{-2}$
эндокринные заболевания, нарушение обмена веществ,	$1,19 \cdot 10^{-1}$
заболевания органов дыхания, в том числе:	$1,77 \cdot 10^{-1}$
- хронический бронхит	$1,09 \cdot 10^{-2}$
- бронхиальная астма	$3,52 \cdot 10^{-3}$
заболевания системы кровообращения, в том числе:	$7,79 \cdot 10^{-1}$
- гипертоническая болезнь	$3,60 \cdot 10^{-1}$
- ишемич. болезнь сердца	$2,61 \cdot 10^{-1}$
- острый инфаркт миокарда	$2,14 \cdot 10^{-3}$
- инсульт	$4,30 \cdot 10^{-3}$

**Выводы.** Оценка риска воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения показала, что наиболее высокий уровень риска характерен для заболеваний органов дыхания, заболеваний крови и кроветворных органов, заболеваний эндокринной системы, новообразований.

Уровни риска всего спектра приведенных заболеваний, как взрослого населения, так и детей значительно выше допустимого уровня и лежат в диапазоне значений  $10^{-1}$ - $10^{-3}$ . Эти данные подтверждают адекватность результатов расчета индивидуального и популяционного риска и необходимость проведения природоохранных и оздоровительных мероприятий, направленных, в первую очередь на снижение пыли и двуокиси азота в выбросах промышленных предприятий города.

### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: Методичні рекомендації. – Затверджено наказом МОЗ від 13 квітня 2007 р. № 184. – Київ : МОЗ України, 2007. - 12 с.
2. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России № 2004 – (Отраслевые и ведомственные нормативно-методические документы) – 143 с.
4. Артемьева А.А. Оценка риска для здоровья населения муниципальных районов удмуртской республики с интенсивной нефтедобычей / А.А. Артемьева // Вестник Удмуртского университета. – Ижевск, 2011. – Вып. 1. – С. 3-17.
5. Оценка риска для здоровья населения, связанного с состоянием окружающей среды / М.И. Чубирко, Н.П. Мамчик, С.А. Куролап, О.В.Клепиков. – Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2002. – 43 с.
6. Экология / Официальный сайт Макеевского городского совета, его исполнительных органов, городского головы – 2011. – Режим доступа : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.151.342&rep=rep1&type=pdf>. <http://www.makeyevka.dn.ua/ru/city-economy/ecology/>