

## КАНЦЕРОГЕННІ ФАКТОРИ В АСПЕКТІ КОМУНАЛЬНОЇ ГІГІЄНИ

### ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ РИСКА ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

*Швагер О.В., Черниченко И.А., Литвиченко О.Н., Соверткова Л.С.,  
Волощук Е.В., Смирнова Г.И.*

*ГУ "Институт гигиены и медицинской экологии им. А.Н. Марзеева НАМН Украины", г. Киев*

Анализ состояния воздушной среды исследуемых регионов показал значительное загрязнение атмосферного воздуха химическими канцерогенными веществами. Проведена оценка опасности влияния загрязнения атмосферного воздуха для здоровья населения на региональном уровне с помощью определения риска. Показано, что применение методологии оценки риска позволяет определить региональные особенности риска, уровень экспозиции, провести ранжирование и определить приоритетность рисков с учетом региона.

**Введение.** Здоровье населения любой территории зависит от многочисленных эндогенных и экзогенных факторов [1]. Среди последних существенное значение имеют факторы окружающей среды, влияние которых на здоровье населения отличается непостоянством и имеет четко выраженный региональный характер [2-4].

В этой связи для повышения эффективности профилактических мероприятий большое значение имеют исследования, направленные на разработку и оценку системы высокоэффективных современных технологий оздоровления и реабилитации с учетом местных уровней и особенностей региональных рисков. На изучение этих проблем и был направлен наш многолетний мониторинг окружающей среды в таких мощных центрах химической и металлургической промышленности, как Черкассы и Кривой Рог соответственно.

**Цель** нашей работы была направлена на оценку опасности влияния загрязнения атмосферного воздуха для здоровья населения на региональном уровне с помощью определения риска.

**Материалы и методы исследования.** Определение аэрогенных рисков проводилось за счет 9-ти приоритетных химических канцерогенов атмосферного воздуха для населения двух экологических моделей: население г. Кривой Рог, которое находится под воздействием выбросов промышленных предприятий преимущественно металлургической отрасли, и население г. Черкассы, которое находится под воздействием выбросов предприятий преимущественно химической промышленности.

В качестве индикаторных веществ нами исследовались такие химические соединения, как бенз/а/пирен (БП) – индикаторный показатель полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), нитрозамины (НА), – нитрозодиметиламин (НДМА) и нитрозодиэтиламин (НДЕА), формальдегид, бензол и тяжелые металлы (свинец, хром VI, никель и кадмий). Все эти вещества принадлежат согласно классификации МАИР (Международного агентства по изучению рака) к канцерогенно опасным для человека.

Измерения исследуемых веществ проводили на базе лаборатории канцерогенных факторов ГУ "Институт гигиены и медицинской экологии им. А.Н. Марзеева НАМН Украины" с применением низкотемпературного спектральнолюминесцентного и газо-

хроматографического методов. Кроме результатов собственных исследований, в работе использовались данные относительно загрязнения атмосферного воздуха, полученные в процессе мониторинга Центральной геофизической обсерваторией Министерства чрезвычайных ситуаций Украины на стационарных постах наблюдения, за 2006-2008 года.

Оценку канцерогенного риска для населения осуществляли согласно международной методологии, адаптированной к нашим условиям [5].

**Результаты и их обсуждение.** В таблице 1 приведены данные относительно содержания химических канцерогенов в воздушной среде исследуемых регионов.

Таблица 1. Концентрации приоритетных химических канцерогенов в атмосферном воздухе г. Кривой рог и г. Черкассы.

Канцерогенные вещества	Среднесуточные концентрации (мг/м <sup>3</sup> ) химических веществ в воздухе*		Среднесуточная ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Референтная концентрация, мг/м <sup>3</sup>
	Кривой рог	Черкассы		
бенз/а/пирен	$4,9 \times 10^{-6}$	$3,4 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6}$
формальдегид	0,012	0,02	0,003	0,003
бензол	0,06	0,08	0,1	0,03
кадмий	0,00005	0,00003	0,0003	0,00002
никель	0,00006	0,00007	0,001	0,00005
свинец	0,00045	0,00021	0,0003	0,0005
хром VI	0,0002	0,00011	0,0015	0,0001
нитрозодиметиламин	0,000094	0,000085	0,00005	отсутствует
нитрозодиэтиламин	0,000048	0,000039	отсутствует	отсутствует

Примечание. \* – усредненные данные годового цикла.

Анализируя вышеизложенные данные необходимо отметить, что лишь для части канцерогенных соединений регистрировалось превышение общепринятых на сегодня гигиенических нормативов – ПДК. В первую очередь это касалось таких веществ как бенз/а/пирен, формальдегид, нитрозодиметиламин и свинец (в г. Кривой рог), содержание которых превышало предельно допустимые концентрации в 1,5-6,7 раза. Относительно других соединений, то их концентрация в атмосферном воздухе находилась в пределах ПДК.

Совсем другая ситуация наблюдается, если сравнить фактический уровень загрязнения в исследуемых населенных пунктах с безопасным уровнем влияния, обозначенным референтной концентрацией. Так почти все идентифицированные соединения, за исключением лишь свинца, характеризуются индексами опасности на уровнях, превышающих единицу, что указывает на их опасность и вероятность развития вредных эффектов, которое растет пропорционально с повышением этого индекса (таблица 2).

Таблица 2. Индексы опасности канцерогенных веществ, идентифицированных в атмосферном воздухе г. Кривой рог и г. Черкассы.

Канцерогенные вещества	Кратность превышения ПДК		Кратность превышения референтных концентраций, HQ	
	Кривой рог	Черкассы	Кривой рог	Черкассы
бенз/а/пирен	4,9	3,4	4,9	3,4
формальдегид	4	6,7	4	6,7
бензол	0,6	0,8	2	2,7
кадмий	0,17	0,1	2,5	1,5

Канцерогенные вещества	Кратность превышения ПДК		Кратность превышения референтных концентраций, HQ	
	Кривой рог	Черкаassy	Кривой рог	Черкаassy
никель	0,06	0,07	1,2	1,4
свинец	1,5	0,7	0,9	0,42
хром VI	0,13	0,07	2	1,1
нитрозодиметиламин	1,9	1,7	-	-
нитрозодиэтиламин	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует

Для сравнения степени загрязнения атмосферного воздуха на территории изучаемых регионов с преобладанием разных профилей промышленности мы использова-

ли такой критерий, как суммарный показатель загрязнения (отношение реальных концентраций соединений к их ПДК с учетом класса опасности вещества) (таблица 3).

Таблица 3. Интегральные показатели загрязнения атмосферного воздуха канцерогенными веществами на территории г. Кривой рог и г. Черкаassy.

Канцерогенные вещества	Интегральный показатель загрязнения		Допустимый суммарный показатель загрязнения
	Кривой рог	Черкаassy	
бенз/а/пирен	6,13	4,25	1,25
формальдегид	4,44	7,41	1,11
бензол	0,67	0,89	1,11
кадмий	0,21	0,13	1,25
никель	0,08	0,09	1,25
свинец	1,88	0,88	1,25
хром VI	0,17	0,09	1,25
нитрозодиметиламин	2,35	2,13	1,25
нитрозодиэтиламин	ПДК отсутствует	ПДК отсутствует	ПДК отсутствует
$\Sigma$	15,93	15,87	9,72

При условии достижения гигиенических нормативов для канцерогенов, взятых в расчеты, допустимый суммарный показатель загрязнения находится на уровне 9,72 усл.ед. Согласно этого критерия оба промышленных центра характеризуются повышенным общим загрязнением. Так, г. Кривой рог с интегральным показателем общего загрязнения канцерогенными веществами на уровне 15,93 усл.ед. несколько опережает г. Черкаassy с обобщенным показателем загрязнения на уровне 15,87 усл.ед. При этом наибольший удельный вес обусловлен уровнем концентраций таких веществ, как бенз(а)пирен, формальдегид, НДМА и свинец.

Важно отметить, что суммарные показатели загрязнения характеризуют именно степень загрязнения воздушной среды в исследуемых регионах, тогда как по рассчитанным величинами этих показателей невоз-

можно оценить степень опасности этого загрязнения для здоровья населения, проживающего на территории данных городов.

Для оценки опасности нами были рассчитаны канцерогенные риски, которые дают возможность количественно оценить вредное влияние, создаваемое химическим загрязнением воздуха (таблица 4).

Расчет индивидуального канцерогенного риска для каждого канцерогена, поступающего в организм ингаляционным путем, проводили в соответствии с действующей на сегодня методикой умножением фактора канцерогенного потенциала вещества на среднюю суточную дозу влияния ее на организм человека (экспозицию), а суммарный канцерогенный риск определяли путем суммирования величин индивидуальных канцерогенных рисков каждого канцерогенного вещества.

Таблиця 4. Канцерогенний ризик забруднення атмосферного повітря г. Кривий ріг і г. Черкаси.

Канцерогенні речовини	Аерогенний індивідуальний канцерогенний ризик (ICR)	
	Кривий ріг	Черкаси
бенз/а/пирен	$5,4 \times 10^{-6}$	$3,7 \times 10^{-6}$
формальдегід	$1,6 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-4}$
бензол	$4,6 \times 10^{-4}$	$6,2 \times 10^{-3}$
кадмій	$9,0 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-5}$
нікель	$1,4 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-5}$
свинець	$5,4 \times 10^{-6}$	$2,5 \times 10^{-6}$
хром VI	$2,4 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-3}$
нітрозодиметиламін	$1,3 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$
нітрозодіетиламін	$2,1 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-3}$
$\Sigma$	$6,5 \times 10^{-3}$	$6,7 \times 10^{-3}$

Из приведенных в таблице 4 данных видно, что канцерогенный риск ингаляционного влияния большинства веществ (бенз/а/пирен, формальдегид, свинец, кадмий и никель) на население в исследуемых регионах можно классифицировать как низкий. Относительно других соединений, то канцерогенный риск от их влияния оценивается как средний, который требует динамического контроля и углубленного изучения источников и возможных последствий негативных влияний для решения вопроса о проведении мероприятий по его снижению или устранению.

Кроме того материалы таблицы 4 позволяют провести ранжирование опасных поллютантов по величине показателя канцерогенного риска. Таким образом, установлено, что наибольший взнос в суммарную канцерогенную нагрузку, которая формирует канцерогенный риск, дают нитрозамины, хром, бензол. Определение источников поступления этих соединений в окружающую среду даст возможность научно обосновать мероприятия по уменьшению их выбросов и, как следствие, вредной нагрузке на организм населения.

Относительно суммарного индивидуального канцерогенного риска, который создается исследуемыми соединениями для здоровья населения обеих экологических моделей, то он рассматривается как высокий, независимо от промышленного профиля регионов, и нуждается в мероприятиях к его

снижению. При этом суммарный канцерогенный риск в регионе с преимущественно химическим направлением производств более высок в сравнении с Кривым рогом - регионом, на территории которого преобладают предприятия металлургической отрасли промышленности, хотя разница и не достоверная. Так, в г. Черкасы суммарный индивидуальный канцерогенный риск влияния лишь 9-ти канцерогенов составляет  $6,7 \times 10^{-3}$ , а в г. Кривой ріг –  $6,5 \times 10^{-3}$  соответственно.

С целью определения социальной нагрузки на население, проживающее на территории исследуемых населенных пунктов, от влияния химических канцерогенов рассчитали популяционный канцерогенный риск, который отображает дополнительное (к фоновой) количество случаев новообразований в результате контакта с этими соединениями, путем умножения индивидуального канцерогенного риска на численность популяции, подвергающейся влиянию данного вещества (таблица 5).

Сравнение показателей, приведенных в таблице 5, показало, что больший популяционный риск приходится на жителей г. Кривой Рог, которое находится под воздействием выбросов промышленных предприятий преимущественно металлургической отрасли в сравнении с населением г. Черкасы, которое находится под воздействием выбросов предприятий преимущественно химической промышленности (4521 против 1966), что объясняется разницей в численности населе-

ния в исследуемых городах. Однако, если взглянуть на другие показатели, то высший кумулятивный риск и больший ежегодный прирост экологически обусловленных онкологических заболеваний в этих городах но-

сит обратный характер (685 и 9,8 случаев на 100 тыс.чел. в Черкассах против 647 и 9,2 случаев на 100 тыс.чел. в Кривом роге соответственно).

Таблица 5. Популяционный риск онкологических заболеваний населения городов при влиянии 9-ти исследуемых канцерогенных соединений.

Города Украины	Суммарный канцерогенный риск, $\times 10^{-3}$	Популяционный риск, чел.	Кумулятивный риск (на 100 тыс. населения)	Годовой прирост (на 100 тыс. населения)
Кривой рог	6,5	4521	647	9,2
Черкаassy	6,7	1966	685	9,8

Таким образом, многолетний мониторинг механизма взаимодействия качества воздушной среды и здоровья населения в условиях мощных промышленных комплексов с применением методологии оценки риска позволил определить региональные особенности риска, уровень экспозиции, провести ранжирование и определить приоритетность

рисков с учетом региона, а полученные в ходе исследования результаты могут быть использованы при разработке и научном обосновании системы оздоровительных мероприятий, направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

### Выводы

1. Анализ состояния воздушной среды исследуемых регионов показал значительное загрязнение атмосферы в каждом из них химическими канцерогенными соединениями, которое, в свою очередь, не может считаться безопасным для здоровья его жителей.
2. Интегральные показатели общего загрязнения воздуха, определенные с учетом класса опасности исследуемых канцерогенных веществ, в регионах с разным характером промышленного развития находились в таком порядке: регион с преобладающим функционированием металлургической отрасли (I экологическая модель) > регион с предприятиями преимущественно химической промышленности (II экологическая модель).
3. Анализ показателей канцерогенного риска показал, что хотя индивидуальный канцерогенный риск ингаляционного влияния большинства веществ можно классифицировать как низкий или средний, однако суммарный канцерогенный риск, который создается исследуемыми соединениями для здоровья населения, проживающего в исследуемых регионах, рассматривается как высокий, независимо от промышленного профиля городов, и нуждается в мероприятиях к его снижению. При этом суммарный канцерогенный риск в регионе с преимущественно химическим направлением производств несколько более высок в сравнении с Кривым рогом – регионом, на территории которого преобладают предприятия металлургической отрасли промышленности. Приоритетными канцерогенными веществами, которые определяют уровень риска в обеих экологических моделях, являются нитрозамины, хром и бензол.
4. Установлена большая опасность для населения канцерогенного загрязнения в городах с преобладающим функционированием химической отрасли, где регистрируется более высокий кумулятивный риск и больший ежегодный прирост экологически обусловленных онкологических заболеваний по сравнению с городами – центрами металлургической промышленности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сердюк А.М. Навколишнє середовище і здоров'я населення / А.М. Сердюк // Довкілля та здоров'я. 1998. – №4. – С. 2-6.
2. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, и др. – М. : НИИ ЭЧ и ГОС., 2002. – 408 с.
3. Губернский Ю.Д. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения городских микро-сред / Ю.Д. Губернский, С.М. Новиков, А.В. Мацюк // Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века : материалы IX Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей, Москва. – Т.1, 2001. – С. 407-410.
4. Ревич Б.А. Основы оценки воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье человека / Б.А. Ревич, С.А. Авалиани, П.И. Тихонова. – М.: Акрополь, ЦЭПР, 2004. – 268 с.
5. Методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» МР 2.2.12-142-2007. – [Діючі від 13.04.2007]. – Київ: МОЗ України, 2007. – 39 с. – (Методичні рекомендації).

**INTRODUCTION OF HUMAN HEALTH RISK ASSESSMENT METHODOLOGY  
OF AMBIENT AIR POLLUTION AT REGIONAL LEVEL**

*O.V. Shvager, I.A. Chernichenko, O.N. Lytvychenko, L.S. Sovertkova,  
E.V. Voloshchuk, G.I. Smirnova*

*Air quality analysis of the explored regions rotined considerable ambient air pollution by chemical carcinogens. The evaluation of danger of ambient air pollution for human health at regional level is conducted by determination of risk. It is shown, that application of risk assessment methodology allows to define regional features of risk, exposition level, to carry out ranging and to define priority of risks taking into account the region.*

**ДО ПИТАННЯ ПРО МОЖЛИВУ РОЛЬ ДНК-ВМІСНИХ ВІРУСІВ  
У РОЗВИТКУ ПУХЛИН**

*Ягофарова М.Г., Букалова Р.П., Баленко Н.В.*

*ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ*

Відповідно до сучасних поглядів, зло-якісні пухлини – це поліетіологічне захворювання [1]. Доведено, що цю патологію можуть викликати агенти хімічної, фізичної та біологічної природи. До останніх відносяться також віруси [1].

На думку прихильників вірусної теорії, з вірусами етіологічно пов'язана більшість пухлин [2].

На теперішній час є докази, що низка пухлин як у тварин, так і у людей, асоційована з дією вірусів [1]. Серед вірусів, пов'язаних з розвитком пухлин у людей, ідентифіковано ДНК – вмісні віруси, такі як вірус папіломи та кондиломи слизових оболо-

нок ано-генітальної області, зокрема, віруси раку шийки матки, раку піхви та репіс; вірус Епштейна-Бара із групи герпесвірусів, асоційований з лімфомами, хворобою Ходжкінса та раком носоглотки; віруси гепатитів людини – ДНК-вмісний вірус гепатиту В та РНК-вмісний вірус гепатиту С, що можуть викликати рак печінки. До РНК-вмісних вірусів (ретровірусів) відносяться також Т-клітинний лімфотропний вірус людини, що пов'язаний з виникненням лейкозів, лімфом, та віруси імунодефіциту людини ВІЛ-1; ВІЛ-2, що спричиняють синдромом набутого імунодефіциту і розвиток саркоми Капоші, неходжкінських лімфом.