



УДК 504.75.05.

**В.В. ЛЕВЕНЕЦ**, к.ф.-м.н., начальник отдела, **И.Л. РОЛИК**, инженер-исследователь  
 Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт», г. Харьков  
**К.А. МЕЦ**, начальник отдела  
 Вольногорский государственный горно-металлургический комбинат, г. Вольногорск

## ОЦЕНКА РИСКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ВОЛЬНОГОРСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Произведена оценка риска для здоровья населения г. Вольногорска при воздействии выбросов Вольногорского государственного горно-металлургического комбината (ВГГМК). В роли приоритетных загрязнителей выступают диоксид азота и хлористый водород. Осуществлено применение методологии оценки риска АОС (США) и НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина, РАМН (РФ).

**оценка риска, производство циркония, загрязнение атмосферы, здоровье населения**

В стремлении реализовать свои планы в области создания собственного ядерного топливного цикла (ЯТЦ) Украина осуществляет развитие различных его секторов, в частности наращивание мощностей по производству циркония атомной чистоты и сплавов на его основе [1]. Поскольку предприятия циркониевого цикла расположены главным образом на территории Днепропетровской области, добыча и обогащение руды до циркониевого концентратра осуществляется на Вольногорском государственном горно-металлургическом комбинате (ВГГМК), разрабатывающим Малышевское месторождение ильменит-рутин-цирконовых песков (г. Вольногорск). ВГГМК является градообразующим предприятием и представляет собой основной источник влияния на природную и социальную среду.

Ввиду потенциального отрицательного воздействия функционирования производства циркония на окружающую среду и здоровье населения, а также уже существующего глобального загрязнения природных объектов области является недопустимым дальнейшее наращивание производства без достаточного учета экологических последствий [2, 3].

Первым этапом в процессе обеспечения безопасности состояния окружающей природной среды и здоровья населения является анализ их существующего положения и прогноз дальнейшего изменения с учетом роста объемов производства и изменения технологий, аварийных ситуаций и т.д.

Для реализации перечисленных действий во многих ведущих странах (страны ЕС, США, РФ) широко используются принципы так называемой методологии оценки рисков, последние годы применяемой и в Украине.

В настоящее время наибольшее распространение получил метод оценки риска, разработанный Агентством по охране окружающей среды, США (АОС). Также интересными являются и методы, предложенные сотрудниками Научно-исследовательского института экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина, РФ (НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина, РАМН). В основу российских предложений положена информация о принципах гигиенического регламентирования вредных факторов окружающей среды, используемых в России (предельно допустимые концентрации (ПДК), класс опасности (к.о.) и пр.), которые идентичны и украинским нормативам.

Целью настоящей работы является осуществление оценки воздействия выбросов ВГГМК на здоровье населения г. Вольногорска с применением методологии оценки риска в конкретных условиях.

Оценка неканцерогенного риска в приведенной ситуации – это оценка вида и степени выраженности опасности, создаваемой вредным агентом в результате существующего или возможного воздействия на определенную группу людей, а также существующий или потенциальный риск для здоровья, связанный с данным агентом [4].

В общем виде методология оценки риска состоит из 4 этапов [5, 6].

I этап – идентификация опасности. Главная задача – в анализе негативных факторов исследуемого производства, выборе приоритетных загрязнителей и выявлении потенциально экспонируемых групп населения.

Выбросы предприятия в атмосферу были выделены как основной негативный фактор, влияющий на здоровье населения города, вследствие анализа результатов эко-

логической характеристики производства концентраты циркония на ВГГМК и характеристики объектов окружающей природной и социальной среды в районе размещения предприятия. Экспонируемой группой при этом выступает население г. Вольногорска [7].

В состав выбросов предприятия входят следующие вещества: азота диоксид, аммиак, ацетон, бензалирен, бутилацетат, бутиловый спирт, взвешенные вещества, водород хлористый, водород фтористый, марганец и его соединения, сероводород, серная кислота, серы диоксид, углеводороды, углерода оксид, фенол, хлор, формальдегид.

На практике очень трудно провести полную оценку риска от всех загрязняющих веществ для всех возможных путей их поступления в организм человека. Это связано с необходимостью проведения огромного объема исследований относительно присутствия и миграции данных агентов и отсутствием адекватных данных о свойствах потенциально токсичных агентов. Поэтому вполне оправданным является снижение количества учитываемых негативных факторов путем отбора наиболее значимых из них.

Исключение химических соединений из первичного перечня анализируемых веществ осуществлялось в 2 этапа.

Первый заключался в определении индексов сравнительной неканцерогенной (*HRI*) опасности. Их значения определялись на основании валовых выбросов загрязняющих веществ и коэффициентов неканцерогенных эффектов (*TW*). *TW* – взвешивающие коэффициенты, основанные на безопасных (референтных) дозах или концентрациях.

С помощью данного метода возможно выбрать приоритетные загрязнители для реализации мониторинга состояния атмосферного воздуха при отсутствии результатов расчета рассеивания загрязняющих веществ.

Второй этап заключался в исключении химических веществ с использованием следующих критерий:

- отсутствие результатов измерений концентраций вещества или ненадежность имеющихся данных;
- концентрация неорганического соединения ниже естественных фоновых уровней;
- вещество обнаружено в небольшом числе проб (меньше 5 %);
- отсутствие адекватных данных о биологическом действии вещества при невозможности ориентировочного прогноза показателей токсичности и опасности [8].

Результатом отбора веществ для дальнейших исследований стал выбор в качестве приоритетных загрязнителей следующих веществ: хлор, диоксид азота и хлористый водород. Расчет канцерогенных рисков, обу-

словленных выбросами формальдегида и бенз(а)пирена, в данной работе не производится.

Для расчетов риска здоровью населения были использованы первичные данные о содержании приведенных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на стационарном посту в городе и в рецепторных точках по шлейфу выбросов предприятия в 2005 г. Шлейф выбросов предприятия охватывает территорию в радиусе 2 км от источника выброса и может считаться зоной воздействия комбината. По этим данным были рассчитаны средние значения концентраций за указанный период. Так как отсутствовали данные о максимальных разовых концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по шлейфу выброса комбината, то для оценки этой величины была использована информация о том, что, как правило, максимальные разовые, среднесуточные, среднемесячные и среднегодовые концентрации соотносятся как 10 : 4 : 1,5 : 1, т.е. среднегодовая концентрация обычно на один порядок меньше максимальной разовой [9]. Проведенный расчет максимальных разовых концентраций на основе данных о среднегодовых концентрациях является сугубо ориентировочным.

В качестве экспонируемой группы выступает население, проживающее в зоне воздействия предприятия (2 км<sup>2</sup>), в количестве 4838 человек (в 2005 г.). При оценке концентраций на посту наблюдения в городе – все население города (24193 чел.).

II этап – оценка воздействия. Целью данного этапа является определение экспозиции, характеризующей длительность, частоту и величину воздействия, которому подвержены или могут быть подвержены индивидуумы в присутствии агентов риска.

В целом работа предприятия в настоящее время отличается низкими и нестабильными мощностями производства, в связи с чем целесообразным являлось произвести расчет риска острого (24 часа) и пожизненного (70 лет) воздействия выбранных веществ. Для сценариев жилой зоны, где экспозиция продолжается больше одного возрастного периода жизни, расчет суточной и пожизненной доз были проведены отдельно для 3-х периодов жизни (дети до 6 лет, дети от 6 до 18 лет, взрослые от 18 лет). Это связано с тем, что различным возрастным периодам характерны специфические значения величин контакта и массы тела.

Расчет конкретных доз, т.е. количества вещества, поступившего в организм ингаляционным путем, при данной экспозиции производился по формуле

$$\text{ADDi} = \frac{\text{Ci} \cdot \text{CR} \cdot \text{EF} \cdot \text{ED}}{\text{BW} \cdot \text{AT}}, \quad (1)$$



где ADD<sub>i</sub> – среднесуточная доза поступления на единицу массы тела в день, мг/кг;  
 Ci – среднегодовая концентрация в рецепторной точке, мг/м<sup>3</sup>;  
 CR – суточный объем вдыхаемого воздуха;  
 EF – частота воздействий (365 дней/год);  
 ED – продолжительность воздействия, число лет;  
 BW – средняя масса тела в период экспозиции;  
 AT – период усреднения экспозиции, число дней.

Пожизненная суточная доза рассчитывалась как сумма, усредненная по периодам жизни, в течение которых продолжалось воздействие данным химическим веществом:

$$ADD = \{(E_1 \cdot ADD_1) + (E_2 \cdot ADD_2) + (E_3 \cdot ADD_3)\} / T, \quad (2)$$

где ADD – пожизненная средняя суточная доза (мг/кг·день);  
 E<sub>1</sub> – продолжительность экспозиции для детей;  
 E<sub>2</sub> – продолжительность экспозиции для подростков;  
 E<sub>3</sub> – продолжительность экспозиции для взрослых;  
 ADD<sub>1</sub> – хроническая средняя суточная доза для детей (мг/кг·день);  
 ADD<sub>2</sub> – хроническая средняя суточная доза для подростков (мг/кг·день);  
 ADD<sub>3</sub> – хроническая средняя суточная доза для взрослого (мг/кг·день);  
 T – время осреднения (число лет).

III этап – установление зависимости «доза (концентрация) – ответ». Главной задачей данного этапа оценки рисков является выявление связи между воздействием (дозой введенного химического вещества) и возможным неблагоприятным эффектом (выраженностью токсического повреждения).

При оценке риска выделяют два основных типа вредных эффектов: канцерогенные и неканцерогенные. В данной ситуации мы рассматриваем неканцерогенные вещества.

Для оценки эффектов от воздействия неканцерогенных токсических веществ методология исходит из концепции пороговости действия, т.е. допускается существование пороговых уровней, ниже которых вредные эффекты возникать не должны. Такие пороговые дозы АОС обозначают как референтные дозы или концентрации (RfD или RfC – мг/кг·день и мг/м<sup>3</sup>·день).

В общем случае допустимая доза представляет собой величину ежедневного воздействия, которая не даст ощутимого риска вредных эффектов для здоровья человека в течение жизни. Референтные концентрации дифференцированы с учетом продолжительности химического воздействия.

Важным является определение органов и систем организма, в которых проявляется основной негативный

эффект при воздействии исследуемого негативного фактора при рассматриваемой экспозиции.

IV этап – характеристика риска. На этом этапе были использованы и метод оценки риска, разработанный АОС как общепринятый в мировой практике, и метод, предложенный специалистам НИИ ЭЧ и ГОС, в котором применяются гигиенические нормативы, идентичные украинским.

### 1) Методика АОС

Характеристика риска для неканцерогенов (определение наличия риска возникновения неблагоприятных эффектов), заключалась в сопоставлении величины фактического воздействия (дозы, концентрации) с пороговыми величинами. Получаемый при этом коэффициент – коэффициент опасности (hazard quotient – HQ)

$$HQ = ADD / RfD, \quad (3)$$

где ADD – пожизненная средняя суточная доза (мг/кг·день);  
 RfD – референтная доза (мг/кг·день).

Для характеристики комбинированного воздействия химических веществ на одни и те же системы организма использовался показатель индекса опасности (hazard index – HI). Индекс опасности вычислялся как сумма коэффициентов опасности для отдельных веществ и для определенных временных периодов

$$HI = \sum_j ADD_j / RfD_j, \quad (4)$$

где ADD<sub>j</sub> – доза поступления для j-го вещества (мг/кг·день);  
 RfD<sub>j</sub> – референтная доза для j-го вещества (мг/кг·день).

При HQ ≤ 1 риск вредных эффектов рассматривается как пренебрежимо малый. С увеличением HQ риск развития вредных эффектов возрастает, однако точно указать его величину невозможно.

### 2) Методика НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина, РАМН

В предложенном подходе оценка риска включала в себя все предыдущие этапы и принципы методологии АОС, однако далее вводились дополнительные показатели риска для здоровья.

Риск немедленного воздействия оценивался с использованием максимально разовых концентраций загрязняющих веществ на основе их максимально разовых предельно допустимых концентраций (ПДКм.р.). При этом в качестве эффекта оценивался не столько риск появления заболеваний, сколько вероятность ощущения населением неприятных запахов или развития иных рефлекторных реакций (слезоточение, кашель), раздражения, головной боли или эффекта психологического дискомфорта.

Конечные формулы получены на основе пробит-модели, используемой для определения влияния количе-

ственного признака на бинарный отклик. Формулы, применяемые для прогнозирования риска возникновения рефлекторных реакций при загрязнении атмосферного воздуха для веществ 2 и 3 к.о., к которым относятся рассматриваемые вещества, выглядят следующим образом

$$2 \text{ к.о. } Prob = 5,51 + 7,49 \cdot \lg (\text{C}/\text{ПДКм.р}), \quad (5)$$

$$3 \text{ к.о. } Prob = 2,35 + 3,73 \cdot \lg (\text{C}/\text{ПДКм.р}), \quad (6)$$

где Prob (пробит) – вероятностная величина, для перевода которой в соответствующее значение риска использовалась таблица нормального вероятностного распределения [10, 11];

C – максимальная концентрация в точке воздействия,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

ПДК м.р. – максимально разовая предельная допустимая концентрация,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

Риск неспецифической хронической интоксикации выражался в вероятности развития симптомов хронической интоксикации на протяжении всей жизни, что количественно связано с ростом общей заболеваемости без проявления каких-либо «специфических» форм заболеваний. Расчет неканцерогенного риска проводился с помощью линейно-экспоненциальной модели, которая описывается формулой

$$\text{Risk} = 1 - \exp \left( \ln \left[ 0,84 \frac{(\text{C}/\text{ПДКc.c})^b}{K_3} \right] \right), \quad (7)$$

где C – среднесуточная концентрация в точке воздействия,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

ПДК с.с. – среднесуточная предельная допустимая концентрация,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$K_3$  – коэффициент запаса (для 2 к.о.  $K_3=6$ , 3 к.о.  $K_3=4,5$ );  
 $b$  – коэффициент изоэффективности, учитывающий особенности токсических свойств вещества (для 2 к.о.,  $b=1,28$ , 3 к.о.  $b=1$ ).

Популяционный, или социальный риск ( $R_p$ ) рассчитывался на базе индивидуального риска путем умножения на число людей, находящихся под воздействием вредного фактора, и определялся в виде числа дополнительных случаев заболевания, ожидаемых в течение всей жизни, в расчете на определенное количество населения в изучаемом регионе при воздействии конкретного вещества

$$R_p = \text{Risk} \cdot N, \quad (8)$$

где N – число людей, подвергшихся воздействию.

Параметры токсичности рассматриваемых веществ представлены в табл. 1. Расчет среднесуточных и максимально разовых концентраций для хлора, диоксида азота и хлористого водорода на стационарном посту в городе и по шлейфу выброса производился отдельно для каждой рецепторной точки.

Результаты оценки рисков по методологии АОС представлены в табл. 2, 3. Величины рисков по шлейфу выброса усреднены, их пространственное распределение в зоне воздействия (2 км от источника выброса) для органов дыхания представлено на рис. 1.

В табл. 4 приведены значения рисков, полученные в результате применения методологии НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина, РАМН.

В табл. 5 отображена обобщенная информация о конечных показателях, характеризующих риск развития заболеваний дыхательных путей населения г. Вольногорска при воздействии хлора, диоксида азота и хлористого водорода в местах наблюдения.

Таблица 1 – Характеристика загрязняющих веществ

Вещество	к.о.*	ПДКм.р., $\text{мг}/\text{м}^3$	ПДКс.с., $\text{мг}/\text{м}^3$	Пожизненное воздействие		Острое воздействие	
				RfC, $\text{мг}/\text{м}^3$	Критические органы и системы	RfC, $\text{мг}/\text{м}^3$	Критические органы и системы
NO <sub>2</sub>	2	0,085	0,04	0,04	органы дыхания, кровь	0,47	органы дыхания
Cl <sub>2</sub>	3	0,1	0,03	0,0002	органы дыхания	0,2	органы дыхания
SO <sub>2</sub>	3	0,5	0,05	0,05	органы дыхания	0,66	органы дыхания
HCl	2	0,2	0,2	0,02	органы дыхания	2,1	органы дыхания

\*к.о. – класс опасности

Таблица 2 – Коэффициент опасности (HQ)

Вещество	Cl <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		HCl	
	Острое	Пожизненное	Острое	Пожизненное	Острое	Пожизненное
Тип воздействия						
Пост	0,26	6,7	0,14	0,05	0,086	0,35
Шлейф выброса	0,630833	61,34833	0,284917	0,326667	0,083583	0,860333



Таблица 4 – Полученное значение риска

Исследуемые территории	Cl <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		HCl	
	Пост	Шлейф	Пост	Шлейф	Пост	Шлейф
Риск немедленного воздействия						
Prob	-3,409	-0,50764	-6,33296	-1,91162	-5,852	-0,4603
Risk	0	0,10345	0	0,090013	0	0,05526
Риск хронической интоксикации						
Risk	0,00178	0,01599	0,00075	0,0082	0,00042	0,002

Таблица 5 – Характеристика риска

Вещества	Пост			Шлейф		
	Cl <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	HCl	Cl <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	HCl
Показатели						
Риск рефлекторных реакций, заболеваний/1000 нас.	0	0	0	103	90	55
Риск хронической интоксикации, заболеваний/1000 нас.	1,8	0,7	0,4	16	8,2	2
Пожизненный популяционный риск:						
заболеваний в г. Вольногорске;	43	18,4	10,3	77,4	39,7	9,7
Процент населения	0,18	0,08	0,04	0,32	0,16	0,04
Наличие вероятности возникновения заболеваний при покомпонентном воздействии:						
• острое воздействие;	-	-	-	-	-	-
• пожизненное воздействие.	+	-	-	+	-	-
Наличие вероятности возникновения заболеваний при комплексном воздействии:						
дыхательные пути						
• острое воздействие;	-	-	-	-	-	-
• пожизненное воздействие	+	-	-	+	-	-
кровь						
• пожизненное воздействие	-	-	-	-	-	-
- – отсутствие вероятности заболевания						
+ – наличие вероятности заболевания						

Таблица 3 – Индексы опасности (HI)

Поражаемые органы	Органы дыхания		Кровь
Тип воздействия	Острое	Пожизненное	Пожизненное
Пост	0,48614	7,124365	0,056388
Шлейф выброса	1,002955	62,53995	0,328528

Полученные коэффициенты опасности (табл. 5) позволяют сделать вывод о том что, при воздействии анализируемых веществ в концентрациях, наблюдаемых в рецепторных точках:

- при пожизненной экспозиции на посту и по шлейфу выброса существует риск возникновения заболеваний при воздействии хлора, для других же веществ риск отсутствует;
- при остром воздействии вероятность заболевания отсутствует для всех веществ во всех наблюдаемых точках.

Комплексное воздействие анализируемых веществ приведет к развитию заболеваний дыхательных путей при пожизненной экспозиции, как на посту, так и по шлейфу. При этом величины индексов опасности по шлейфу

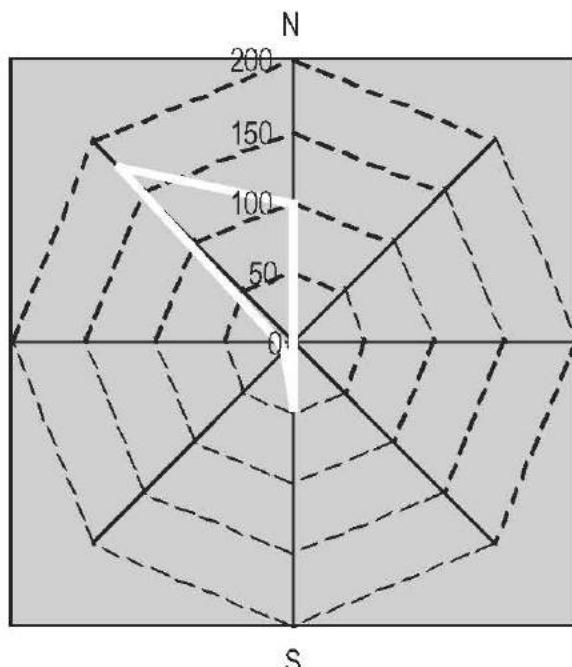


Рисунок 1 – Пространственное распределение индексов опасности в зоне воздействия предприятия для органов дыхания при пожизненной экспозиции  
(N – север, S – юг, запад – восток соответственно)

на порядок выше, чем на посту (табл. 5); направлениями, в которых наблюдаются наибольшие их значения, являются в порядке уменьшения величин индексов: северо-запад, север, юг (рис. 1).

Величины риска немедленного воздействия (табл. 5) находятся в пределах, свидетельствующих об удовлетворительном уровне концентраций загрязняющих веществ по шлейфу выброса. При этом тенденция к росту общей заболеваемости не будет носить достоверный характер, хотя и возможны частые случаи жалоб населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемых факторов (неприятные запахи, рефлекторные реакции и пр.) На посту в городе рефлекторный риск отсутствует.

Риск неспецифической хронической интоксикации (табл. 5) на наблюдаемых территориях для всех определяемых загрязнителей может рассматриваться как приемлемый. При данной ситуации, как правило, отсутствуют неблагоприятные медико-экологические тенденции.

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что в районе размещения постоянного поста наблюдения за состоянием атмосферного воздуха влияние выбросов комбината (ВГГМК) на здоровье населения существенно снижается. Загрязнения здесь находятся на приемлемом уровне, за исключением концентраций хлора: в соответствии с полученными индексами и коэффициентами опасности наблюдается вероятность развития заболеваний органов дыхания при пожизненной экспозиции. По шлейфу выброса также отсутствует значимая опасность при воздействии диоксида азота и хлористого водорода, но определяется опасный уровень загрязнения атмосферы хлором, при этом коэффициенты опасности здесь на порядок выше, чем на посту.

Выдыхание наблюдаемых загрязняющих веществ экспонируемой группой в зоне воздействия предприятия приведет к развитию неспецифической интоксикации большего количества людей, чем при уровне загрязнения на посту, даже при условии, что экспонируемой группой является все население города.

Таким образом, несмотря на благоприятное состояние атмосферного воздуха в г. Вольногорске, при настоящих объемах производства концентрата циркония существует риск возникновения заболевания органов дыхания у населения, проживающего в зоне воздействия предприятия и за его пределами.

Риск хронической интоксикации характеризует верхнюю границу возможного риска возникновения заболевания на протяжении всей жизни. Величину этого риска

не следует применять для проведения прямых аналогий между уровнями фактической заболеваемости или смертности и значениями этих рисков, отражающих, главным образом, долгосрочную тенденцию к изменению состояния здоровья популяции, формирующегося под воздействием факторов риска. В связи с этим полученные результаты можно использовать непосредственно для:

- оценки наличия и степени выраженности неблагоприятного влияния выбросов предприятия на здоровье населения при наращивании производства, смене технологии, наличии аварийных ситуаций;
- ранжирования вредных факторов по существующей на данный момент и прогнозируемой опасности в конкретных условиях;
- ранжирования территорий и групп населения по уровню этой опасности.

Возможно расширение круга учитываемых негативных факторов при дальнейшем, более глубоком исследовании производственных процессов на ВГГМК и осуществлении мониторинга атмосферного воздуха.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Неклюдов И.М. Состояние и проблемы атомной энергетики в Украине / И.М. Неклюдов // Вопросы атомной науки и техники. Сер. ФРПРМ / ННЦ Харьковск. физ.-тех. ин-т. – Харьков: ННЦ ХФТИ, 2007. – № 2 (90). – С. 3–9.
2. Звіт про стан навколошнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2005 рік / Міністерство охорони навколошнього природного середовища України, Державне управління екології та природних ресурсів у Дніпропетровській області. – Дніпропетровськ, 2006. – 173 с.
3. Україна. Забруднення природного середовища, м-б. 1:2000000 [Карта] / Головні управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті міністрів України. – К. : Укргеодезкартографія, 1996.
4. Новиков С.М. Глоссарий основных терминов. Оценка риска для здоровья / С.М. Новиков [и др.]. – М., 1998. – 146 с.
5. Большаков А.М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А.М. Большаков, В.Н. Крутко, Е.В. Пуцилло. – М. : Эдиториал УРСС, 1999. – 255 с.
6. Хурнова Л.М. Экологическое аудирование управления рисками : учебное пособие / Л.М. Хурнова, Д.Х. Мамина. – Пенза : ПГАСА, 2003. – 100 с.
7. Ажажа В.М. Экологическая характеристика производства циркония, его сплавов и проката для ядерного топливного цикла Украины / В.М. Ажажа, И.Л. Ролик, М.Ф. Кожевникова [и др.] // Экология и промышленность. – 2007. – № 4. – С. 44–50.



8. Наказ МОЗ України від 13.04.2007 N 184. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: методичні рекомендації.
9. Пинигин М.А. Гигиенические основы оценки степени загрязнения атмосферного воздуха / М.А Пинигин // Гигиена и санитария. – 1993. – № 7. – С. 4–8.
10. Киселев А.В. Оценка риска здоровью / А.В. Киселев, К.Б. Фридман. – СПб. : Международный институт оценки риска здоровью, 1997. – 100 с.
11. Маймулов В.Г. Основы системного анализа в экологогигиенических исследованиях / Маймулов В.Г., Нагорный С.В., Шабров А.В. – СПб. : ГМА им. И.И. Мечникова, 2000. – 342 с.

*Поступила в редакцию 29.09.2008*

Здійснено оцінку ризику для здоров'я населення м. Вільногірська при дії викидів ВДГМК. У ролі пріоритетних забруднювачів виступають діоксид азоту та хлористий водень. Виконано застосування методології оцінки ризику АОНС [США] та НДІ ЕП і ГНС ім. А.Н. Сисіна, РАМН [РФ].

Assessment of risk for health of Vol'nogorsk population under impact of emissions from Vol'nogorsk Mining-Metallurgical Works was carried out. Nitrogen dioxide and hydrogen chloride stand for priority pollutants. Risk assessment methodology EPA UA and NIIECh and GOS was applied.