

УДК 504.53:622(477.63)

Т.И. Долгова

**СОЦИАЛЬНЫЙ РИСК МАССОВЫХ
ВЗРЫВОВ В КАРЬЕРАХ**

*Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
Днепропетровск*

Установлен уровень социальных рисков (в ед. *HI*) при проведении массовых взрывов в карьерах Кривбасса. Этот риск базируется на содержании тяжелых металлов, переносимых пылью пылегазового облака, формируемого при взрыве. Данная величина, которая варьирует от 27,69 (Анновский карьер СевГОК) до 171,85 (ИнГОК), более чем на 81 % зависит от наличия меди среди компонентов взрыва.

Виявлено рівень соціальних ризиків (в од. *HI*) при проведенні масових вибухів в кар'єрах Кривбасу. Цей ризик базується на вмісті важких металів, які переносяться пилом пилогазової хмари, формуємої під час вибухів. Доведено, що *HI*, який варіює від 27,69 (Ганнівський кар'єр ПівніЗК) до 171,85 (ІнЗК), більше ніж на 81 % залежить від наявності міді серед компонентів вибуху.

Известно, что состояние здоровья людей является интегральным показателем, характеризующим воздействие окружающей среды на человека. Однако до недавнего времени анализ влияния экологически негативных факторов на людей оценивали только лишь с помощью социальных параметров – уровня заболеваемости, степени физического развития или демографических показателей. Сейчас с этой целью все чаще используют так называемый риск-анализ. Данный метод позволяет охарактеризовать уровень социальной опасности той или иной экологической ситуации с помощью адекватных факторов риска при количественной характеристике зависимости техногенно обусловленных ситуаций от уровня их влияния на жителей экологически проблемных территорий. Дело в том, что согласно концепции устойчивого развития, состояние здоровья и продолжительность жизни в настоящее время стали рассматриваться в качестве важнейших критериев общественного прогресса [1]. А необходимым условием воплощения данной концепции является экологически безопасное развитие промышленности и других отраслей народного хозяйства, а также предупреждение и уменьшение их негативного воздействия на природные объекты.

Подходя к решению данной проблемы с современных позиций, следует отметить,

время следует считать принцип «приемлемого риска» [2]. Данная концепция, не отрицая саму возможность развития экологически опасных ситуации, позволяет предвидеть, предупредить или минимизировать их развитие [3]. Именно поэтому одним из наиболее эффективных современных подходов к выявлению связи между состоянием окружающей природной среды и здоровьем населения в определенном регионе является оценка риска. Методология оценки риска – это набор оптимальных в данной конкретной ситуации путей устранения или уменьшения риска, которая, как правило, состоит из трех взаимосвязанных элементов – оценки риска, управления риском и информации о риске [3]. Именно их сочетание позволяет не только выявлять существующие проблемы, разрабатывать пути их решения, но и создавать условия для практической реализации этих решений. Таким образом, становится возможным не только оценка, но и управление реальной угрозой со стороны той или иной ситуации по отношению к населению.

В соответствии с существующими методическими рекомендациями по оценке риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха, утвержденными 13.04.2007 (приказ МОЗ № 184) [4], полная или базовая схема оценки риска предполагает проведение четырех взаимосвязанных этапов, а именно: идентификации опасности, оценки экспозиции, характеристики опасно-

сти и характеристики самого риска. Исходя из этой теоретической предпосылки, мы поставили перед собой цель реализовать именно эту схему при анализе состояния здоровья людей в Кривбассе.

Ни у кого не вызывает сомнений тот факт, что самой негативной стороной жизни людей в горнодобывающих районах является низкое качество окружающей их природной среды с ухудшением ее параметров и режимов при насыщении загрязняющими веществами. Все это способствует формированию общих отрицательных тенденций в образе жизни и здоровье граждан, поскольку каждый природный компонент, преобразуемый под воздействием техногенных факторов, чаще всего приобретает отрицательные черты и становится опасным для человека. Об этом же свидетельствуют и данные статистики, согласно которым за несколько последних десятилетий в Кривбассе ухудшилась экологическая ситуация на фоне возрастания общей заболеваемости и снижения продолжительности жизни населения. Несколько раньше нами было установлено [5], что в этом регионе уровень заболеваемости населения на 15-20 % выше, чем в других районах региона, даже при их высокой техногенной нагрузке, но не за счет горнодобывающих предприятий. Причем приоритетными нозологическими формами заболеваний в данном железорудном бассейне были выявлены заболевания системы кровотока, органов дыхания и пищеварения.

Проведенные в этом направлении исследования позволили нам доказать, что чрезвычайно опасными для здоровья людей являются буровзрывные работы [6], специфика проведения которых связана с формированием пылегазового облака, содержащего много экологически опасных компонентов, которые могут поступать в человеческий организм не только через воздух, но и воду, а также продукты питания. В нашем же случае основное количество компонентов пылегазового облака поступает (по крайней мере, первые 2-3 часа после взрыва) в организм человека аэрогенным путем. Поэтому в данной ситуации основное внимание мы уделили мелкодисперсной пыли и тем тяжелым металлам (ТМ), которые переносятся ее переизмельченными фракциями, хотя при взрыве в атмосферу поступает не только пыль, но и сажистые продукты, а также оксиды углерода и азота, каждый из которых может быть экологически опасным.

Полученные нами данные позволили рассчитать количество ТМ, постепенно оседающих с пылью в почвы прилегающих ландшафтов (таблица 1). О корректности такого подхода свидетельствует и тот факт а, что сформированное при взрыве и распространяемое за пределы санитарно-защитной зоны пылегазовое облако содержит, в основном, мелкодисперсные фракции пыли [7], которые, как уже было отмечено, сорбируют ТМ с коэффициентами сорбции в соответствие с [8].

Таблица 1 – Количество ТМ, сорбированных и переносимых пылью пылегазового облака при проведении массовых взрывов в карьерах Кривбасса (в кг/год)

Тяжелые металлы	ОАО СевГОК*	ОАО СевГОК**	ОАО ЦГОК	НКГОК	ОАО ЮГОК	ОАО ИнГОК
Pb	8,384	6,576	8,108	11,250	12,009	15,103
Cr	8,384	6,576	8,108	11,250	12,009	15,103
Zn	11,737	9,208	11,352	15,750	16,813	21,143
Cu	13,414	10,524	12,973	18,000	19,215	24,164
Cd	0,050	0,039	0,049	0,068	0,072	0,091

Примечания (здесь и далее): (*) – Анновский карьер СевГОКа;
(**) – Первомайский карьер СевГОКа.

Для дальнейшей оценки опасности проведения взрывов, мы рассчитали риск возможного аэрогенного поступления ТМ в ор-

ганизм людей. Для этого мы использовали такие показатели, как уровень минимального риска или безопасного уровня их влияния

(«референтную концентрацию», мг/м³) – RfC , а также уровень влияния i -го вещества – C_i , мг/м³ [4]:

$$HQ = \frac{C_i}{RfC}, \quad (1).$$

где HQ – коэффициент опасности влияния i -го вещества;

RfC – безопасный уровень влияния i -го вещества, мг/м³;
 C_i – уровень влияния i -го вещества, мг/м³.

Первый из показателей (RfC) был взят из используемой методики, а второй (C_i) мы рассчитали, исходя из содержания ТМ в каждом конкретном пылегазовом облаке и его объема. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Коэффициенты опасности (HQ_i) тяжелых металлов в пылегазовом облаке и характеристика риска их поступления в организм (HI)

ТМ/ RfC	ОАО СевГОК*	ОАО СевГОК**	ОАО ЦГОК	НКГОК	ОАО ЮГОК	ОАО ИнГОК
Pb/0,00015	1,88	5,82	4,11	3,52	10,96	11,65
Cr/0,0001	2,80	8,70	6,20	5,30	16,00	17,00
Zn/0,0009	0,44	1,36	0,96	0,82	2,56	2,72
Cu/0,00002	22,56	70,02	49,50	42,19	131,47	139,83
Cd/0,0002	0,01	0,03	0,02	0,02	0,05	0,05
HI	27,69	85,93	60,79	51,85	161,04	171,85

Но поскольку все эти ТМ находятся одновременно в пылегазовом облаке, то не исключена вероятность развития в данной ситуации комбинированных эффектов, оценить которые мы можем, исходя из следующего уравнения [4]:

$$HI = \sum HQ_i, \quad (2).$$

где HI – характеристика риска при возможном развитии комбинированных эффектов под влиянием химических веществ;

HQ_i – коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси химических веществ, которые оказывают экологически негативное воздействие.

Полученные в результате расчетов данные позволяют сделать вывод о том, что максимальный социальный риск проведения взрывов в карьерах характерен для ИнГОКа, а минимальный – для Анновского карьера СевГОКа.

Хотя практически для всех карьеров Кривбасса очень высока вероятность развития в данной ситуации негативных эффектов (таблицы 2 и 3). Исключение при этом составляет кадмий, а в некоторых случаях и цинк, которые в таких концентрациях не опасны для здоровья проживающих там людей.

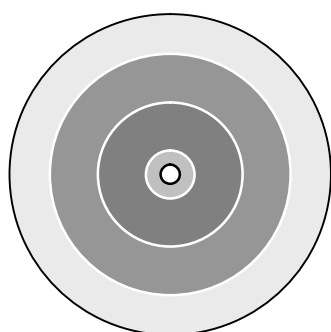
Таблица 3 – Критерии риска [XX]

Характеристика риска	Коэффициент опасности (HQ)
Риск возникновения негативных эффектов рассматривают как незначительный	<1
Граничная величина, которая не требует срочных мероприятий, однако не может рассматриваться как относительно удовлетворительная	1
Вероятность развития отрицательных эффектов увеличивается пропорционально росту HQ	>1

Следует также отметить, что основной вклад в социальный риск в нашей ситуации вносит медь (от 81,37 до 81,64 %), которая как известно, помимо прочих негативных эффектов, является инициатором развития патологий органов дыхания, особенно характерных для района Кривбасса [5].

Анализируя далее уровень социального риска взрывов в Кривбассе, мы установили также, что общая картина динамики этого показателя более сложна, чем кажется на

первый взгляд. Оказалось, что причиной этого является неравномерное распределения выбрасываемой при взрыве пыли (а также и ТМ, переносимых этой пылью) на установленной территории, что, конечно же, обусловлено не только метеоусловиями во время его проведения, но и степенью дисперсности выпадающих частиц. Данный факт был продемонстрирован на примере Первомайского карьера СевГОКа (рисунок 1).



№ п/п	Подзоны	Радиус подзоны, км	Площадь подзон, км ²	Содержание тяжелых металлов, %
1		0,6	1,13	0,00
2		1,5	5,94	8,28
3		4,5	56,52	63,79
4		7,5	113,04	23,70
5		10,0	137,38	4,23

Рисунок 1 - Характер распределение пыли и тяжелых металлов по площади подзон влияния пылегазового облака (на примере Первомайского карьера ОАО СевГОК)

Из полученных данных, представленных на этом рисунке, видно, что на каждый км² зоны влияния взрыва – подзоны (за вычетом площади по центру с радиусом в 600 м, где выпадают крупнодисперсные частицы, не сорбирующие ТМ) ежегодно (в среднем) поступает до 145,76 г ТМ. Но поскольку общая картина распределения этих компонентов в пределах всей зоны носит нелинейный характер, то легко рассчитать максимум этого выпадения, который, как было установлено, приходится на подзону, радиус которой составляет 4,5 км, где выпадает почти 64 % сорбируемых элементов. А неравномерное выпадение компонентов пылегазового облака, формируемого при взрыве, не может не сказаться на общей картине рас-

пределения подзон с различным уровнем социального риска.

Определив коэффициенты опасности каждого из контролируемых нами тяжелых металлов в районе влияния некоего усредненного взрыва на Первомайском карьере с учетом специфики выпадения пыли (с ТМ) из пылегазового облака (таблица 4), мы установили, что наиболее опасной для здоровья населения является третья и четвертая подзона с соответствующими радиусами влияния в 4,5 и 7,5 км. А это значит, что максимальная социальная опасность характерна для районов вне санитарно-защитной зоны предприятия, хотя величина риска здоровью высока для каждой из подзон.

Таблица 4 – Характер дифференциации параметров социального риска (НҚ и НІ) в пределах влияния взрывов в Первомайском карьере СевГОКа

ТМ	Значения НҚ в подзонах (см. рис.)			
	2	3	4	5
Pb	0.48	3.71	1.38	0.25
Cr	0.72	5.55	2.06	0.37
Zn	0.11	0.87	0.32	0.06
Cu	5.80	44.67	16.59	2.96
Cd	0.002	0.020	0.010	0.001
НІ	7.12	54.81	20.37	3.63

Полученные данные позволяют утверждать, что первую из задач теории риска (оценку его уровня) мы уже выполнили. Тем более что реализованной можно считать и базовую схему оценки социального риска, которая, как уже было сказано ранее, предполагает идентификацию опасности, оценку экспозиции, характеристику опасности и риска. В рамках выполнения этой схемы мы определили приоритетные компоненты загрязнения зон влияния пылегазового облака (ТИ), установили их содержание (концентрацию в облаке), время действия и общую продолжительность влияния (время распространения пылегазового облака и выпадения частиц пыли). Мы установили также референтные дозы компонентов загрязнения и перечень негативных эффектов, возникающих при их воздействии (или воздействии их сочетаний) на людей. И, наконец, были определены искомые параметры социальной опасности.

Для завершения оценки социальной опасности массовых взрывов в карьерах логичным является возможность реализация управления выявленными рисками. Но, исходя из того, что это управление базируется на совокупной оценке полученных величин, сравнительной характеристике их возможной опасности при изучении выявленных факторов риска, определении весомости, приоритетов и ранжировании, мы можем с уверенностью сказать, что эта часть риск-анализа может быть выполнена с использованием ранее разработанного метода определения уровня воздействия горных предприятий на окружающие экосистемы [9]. Данный метод позволяет проранжировать факторы техногенеза, реализуемые в Крив-

бассе. В результате чего было установлено, что проведение здесь массовых взрывов занимает первое место по показателям влияния на природные объекты [4], достигая более 18 % от общего уровня действия горнодобывающих предприятий этого региона. Мы полагаем, что для снижения уровня социального риска массовых взрывов в карьерах можно рекомендовать переход на эмульсионные взрывчатые вещества (типа Украинит ПМ), которые, как уже было доказано ранее, существенно уменьшают экологическую опасность данного фактора за счет пылеподавления и, соответственно, предупреждения распространения ТМ.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что:

1) уровень социального риска массовых взрывов в карьерах Кривбасса относится к третьей – самой высокой по опасности категории;

2) социальный риск взрывов в существенной степени зависит от сорбции тяжелых металлов (особенно меди) мелкодисперсными фракциями пыли пылегазового облака, формируемого при взрыве;

3) наиболее высок уровень риска здоровью людей от взрывов в пределах районов, которые находятся вне санитарно-защитных зон и в несколько раз превышают их параметры;

4) взрывы в карьерах являются основными инициаторами социального риска в горнодобывающих районах;

5) с целью управления социальными рисками взрывов в карьерах рекомендован переход от тротилсодержащих к эмульсионным взрывчатым веществам.

Перечень ссылок

1. Сидоренко Г.И., Можевич Е.А. Санитарное состояние окружающей среды и здоровье населения / Г.И. Сидоренко, Е.А. Можевич. – М. : Медицина, 1987. – 124 с.
2. Тихомиров Н.П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками / Н.П. Тихомирова, И.М. Потравный, Т.М. Тихомирова. – М. : ЮНИТИ, 2003. – 350 с.
3. Швыряев А.А. Оценка риска / А.А. Швыряев, В.В. Меньшиков. – М. : МГУ, 2004. – 121 с.
4. Методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря». – Наказ МОЗ № 184 від 13.04.2007.
5. Долгова Т.І. Екологічна безпека ґрунтів у гірничодобувних районах / Т.І. Долгова. – Дніпропетровськ : НГУ, 2009. – 270 с.
6. Проблемы экологии массовых взрывов в карьерах / Э.И. Ефремов, П.В. Бересневич, В.Д. Петренко и др. / Под ред. Э.И. Ефремова и др. – Днепропетровск : Січ, 1996. – 179 с.

7. Долгова Т.И. Оценка экологической опасности массовых взрывов в карьерах// Екологія і природокористування. – Дніпропетровськ : ІППЕ НАНУ, 2007. – Вип. 10. – С. 78-83.
8. Добровольский В.В. Высокодисперсные частицы почв как фактор массопереноса тяжелых металлов в биосфере // Почвоведение. – 1999. – № 11. – С. 1309-1317.
9. Долгова Т.И. Определение уровня техногенного воздействия горнодобывающих комплексов на почвы// Науковий вісник НГУ. – 2004. – № 6. – С. 68-73.

T.I. Dolgova

SOCIAL RISK OF MULTIPLE BLOW-UPS IN OPEN PITS

*Public higher education institution «National mining university»,
Dnipropetrovsk*

It has been calculated the level of social risks (in *HI* units) during multiple blow-ups in Krivbass open pits. These risks based upon heavy metals, what are transported by dust of formed by blow-up gas-dust cloud. The value, that is varied from 27.69 (open pit “Annovskiy” of SevGOK) up to 171.85 (InGOK), depends more than 81% on copper content among blow-up additives.

*Надійшла до редколегії 11 березня 2011 р.
Рекомендовано членом редколегії канд. техн. наук М.А.Ємцем*