

УДК 504.054

В.А.Марченко<sup>1</sup>, В.Д.Суржиков<sup>1</sup>, М.А.Мукашева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Новокузнецкий институт-филиал Кемеровского государственного университета, Россия;

<sup>2</sup>Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова  
(E-mail: vamarченко@rambler.ru)

### **Оценка риска здоровью населения г.Новокузнецка от выбросов предприятий угольной промышленности**

В статье приведена оценка экологического риска для предприятий угольной промышленности г.Новокузнецка, в том числе Западно-Сибирского металлургического комбината. По итогам оценки рисков здоровью сделаны выводы о влиянии на здоровье населения г. Новокузнецка выбросов предприятий угледобычи и обогащения. Кроме того, представлены результаты исследования по промышленным выбросам высотных источников доменного производства крупных предприятий черной металлургии г. Новокузнецка. Представлена информация для идентификации опасности здоровью населения. Указаны конкретные компоненты промышленных выбросов; результаты оценки риска хронической интоксикации для населения, проживающего в различных селитебных зонах города. Установлены кратности превышения приемлемого риска, вклады отдельных загрязнителей в формирование риска.

*Ключевые слова:* индекс опасности при остром и хроническом воздействии, индивидуальный канцерогенный риск, токсичные вещества, острые токсические эффекты, селитебные зоны.

Методология анализа риска может служить основой повышения результативности и бюджетной эффективности контроля и надзора в сфере охраны окружающей среды, особенно в сфере обеспечения безопасности здоровью населения, стандартизации природоохранных процессов и оздоровительных мер на уровне отдельного хозяйствующего субъекта [1]. Оценка риска позволяет расширить представления об особенностях формирования здоровья населения крупного промышленного центра; использовать современный комплекс существующих базовых гигиенических, статистических и экономических методов исследования; показать влияние на здоровье населения загрязнения атмосферного воздуха и водопроводной воды; изучить причинно-следственные связи между показателями заболеваемости населения и загрязнения окружающей среды.

Угольная промышленность является основой экономики Кемеровской области, обеспечивая доходную часть бюджета и определяя специфику развития региона. Практически во всех городах области присутствуют шахты, разрезы, обогатительные фабрики. Динамика добычи угля показывает устойчивый рост в течение многих лет.

Но, наряду с положительным экономическим эффектом роста добычи, наблюдается возрастание воздействия угледобычи и углеобогащения на окружающую среду. Наиболее критическое положение сложилось в г. Новокузнецке, являющемся центром как металлургической, так и угольной промышленности, в котором загрязнение окружающей среды находится на высоком уровне из-за несовершенства применяемых технологий, износа оборудования, низкой эффективности очистных сооружений.

*Материалы и методы*

В настоящее время в г. Новокузнецке действуют следующие предприятия по добыче и обогащению угля:

- ОАО «Шахта Большевик» — угледобывающее предприятие, входит в состав «Холдинга Сибуглемет»;
- ОАО «Шахта Полосухинская» — угледобывающее предприятие, входит в состав «Холдинга Сибуглемет»;
- ЗАО «Шахта Антоновская» — угледобывающее предприятие, входит в состав «Холдинга Сибуглемет»;
- ОАО «Шахта Юбилейная» — добыча каменного и коксующего угля, входит в состав ЗАО «ТопПром»;
- ОАО ЦОФ «Кузнецкая» — обогащение угля;
- ОАО ЦОФ «Абашевская» — обогащение угля.

В статье по оценке экологического риска от угольных предприятий нами использовались тома предельно допустимых выбросов этих промышленных объектов (тома ПДВ). Том ПДВ содержит следующие характеристики промышленного предприятия: количество и наименование источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, высота и диаметр этих источников, скорость выхода газовой смеси из устья источника, температура отходящих газов, а также масса выбросов каждого из токсичных веществ, выраженная как в тоннах в год, так и в граммах в секунду.

Город Новокузнецк расположен в котловине, окруженной отрогами горных хребтов юга Западной Сибири. Город застраивался и развивался отдельными площадками. В результате жилые зоны расположены между промышленными площадками крупных предприятий. ЦОФ «Кузнецкая» и все угольные шахты расположены в северной части города и входят в состав Заводского промышленного узла. ЦОФ «Абашевская» находится в восточной части города и входит в состав Кузнецкого промузла наряду с алюминиевым и ферросплавным заводами. Нами были определены на территории Северного промузла 11 точек воздействия концентраций токсичных веществ (11 ТВК), имплицитные с микрорайонами жилой застройки. Данные ТВК использовались для расчета рисков, связанных с выбросами в воздушный бассейн ЦОФ «Кузнецкая» и угольных шахт. Также были определены 14 ТВК в Кузнецком промузле, данные ТВК попадают в зону рассеивания выбросов ЦОФ «Абашевская» и использованы нами при оценке экологического риска от данного предприятия. Рассчитывая данными по расстоянию между каждой из ТВК и каждым источником выбросов, мы рассчитывали максимальные и среднегодовые концентрации токсичных веществ от каждого источника выбросов в каждой из ТВК.

Оценка риска, связанного с расчетными концентрациями атмосферных примесей, проводилась на основе расчетов максимальных и среднегодовых концентраций с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «Эколог» (вариант «Базовый», версия 3.0). При моделировании рассеивания выбросов использовалась сетка рецепторных точек с шагом по оси X и Y в 100 м, которая равномерно покрывает территорию рассматриваемых промузлов. Модель «Эколог» позволяет рассчитать приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере в соответствии с «Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий (ОНД-86)».

Для оценки неканцерогенных рисков целесообразным явилось использование пороговых моделей, основанных на использовании референтных концентраций. Данная модель, в отличие от линейно-экспоненциальных, не зависит от такой характеристики, как класс опасности загрязняющего вещества и реализуется с помощью коэффициента опасности [2].

Коэффициенты опасности рассчитывались отдельно по каждому веществу в каждой расчетной точке и дифференцировались для разных условий (острое и хроническое воздействие). Коэффициент опасности представляет собой кратность референтной концентрации для острого или хронического воздействия от максимальной или среднегодовой расчетной концентрации токсичного вещества в приземном слое воздуха. Индекс опасности является суммой коэффициентов опасности от отдельных загрязняющих веществ [3].

Расчет индивидуального ингаляционного канцерогенного риска осуществлялся в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920–04)». Значение канцерогенного риска зависит от сле-

дующих параметров: среднегодовая расчетная концентрация канцерогенного вещества в приземном слое воздуха, суточный объем дыхания, вес тела среднестатистического индивидуума, фактор-потенциал канцерогенного эффекта.

### Результаты и обсуждение

Как показывает практика, основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферу при работе угольных предприятий, являются пыль (угольная, пустой породы, древесная), диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, зола углей, оксид железа, метан.

Уже на этапе анализа перечня и величины выбросов видно, что выбросы от обогатительных фабрик существенно превышают выбросы от шахт (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

#### Показатели выбросов загрязняющих веществ от шахт и обогатительных фабрик (по данным предприятий)

Загрязняющее вещество	Выброс, т/г	
	Шахты	ЦОФ
Диоксид азот ( $NO_2$ )	0,029692	165,8887
Диоксид серы ( $SO_2$ )	0,067766	199,9612
Оксид углерода ( $CO$ )	0,678335	797,7549
Оксид железа ( $Fe_2O_3$ )	0,238986	1,3823
Пыль угольная	0,06035	1129,22

Выбросы в воздушный бассейн диоксида азота от обогатительных фабрик составляют 165,88 т/г, в то время как выбросы данного загрязнителя, отходящие от шахт, равны 0,029 т/г. Поступление диоксида серы в атмосферный воздух, индуцированное ЦОФ, превышает шахтовые выбросы в 2984 раза, оксида углерода — в 1176 раз; оксида железа — в 5,8 раза; угольной пыли — в 18820 раз.

Индексы опасностей, рассчитанные для острого и хронического неканцерогенных воздействий, приведены в таблицах 2, 3.

Т а б л и ц а 2

#### Индексы опасностей в контрольных точках при остром и хроническом воздействиях выбросов ЦОФ «Абашевская»

Контрольные точки в жилой зоне (№ ТВК)	Индекс опасности при остром воздействии	Индекс опасности при хроническом воздействии
1	16,98289	0,374959
2	5,72082	0,409898
3	9,672315	0,394037
4	5,406832	0,401662
5	2,643903	0,33417
6	2,462064	0,294159
7	10,52099	0,475676
8	1,057751	0,193797
9	6,286577	0,429303
10	3,150949	0,351999
11	2,553144	0,324874
12	0,968881	0,187824
13	7,284097	0,439079
14	1,234866	0,212016

Таблица 3

**Индексы опасностей в контрольных точках при остром и хроническом воздействиях выбросов ЦОФ «Кузнецкая»**

Контрольные точки в жилой зоне (№ ТВК)	Индекс опасности при остром воздействии	Индекс опасности при хроническом воздействии
1	4,805263	0,260739
2	4,331155	0,233346
3	2,754391	0,150464
4	5,085314	0,274809
5	4,447205	0,111805
6	7,913459	0,116156
7	2,992753	0,111805
8	1,812506	0,081864
9	2,806475	0,153791
10	2,269985	0,121367
11	1,297137	0,055321

В ряде селитебных микрорайонов Кузнецкого промузла индекс опасности острого воздействия выбросов ЦОФ «Абашевская» превышает допустимый уровень, равный единице, в 1,05–10,5 раза. Это свидетельствует о том, что при максимальной нагрузке оборудования выбросы ЦОФ могут создавать в атмосферном воздухе селитебной зоны концентрации токсичных веществ, способные вызывать острые токсические эффекты у постоянно проживающего там населения. В то же время индексы опасности хронического воздействия выбросов обеих ЦОФ находятся на приемлемом уровне, и, таким образом, среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, имплицированные выбросами углебогатительных фабрик, не вносят значительный вклад в формирование хронической заболеваемости населения рассматриваемых селитебных зон. Что касается индексов опасности острого воздействия, связанных с поступлением в атмосферный воздух токсичных веществ от ЦОФ «Кузнецкая», то они также превышают приемлемое значение индекса риска в 1,29–7,9 раза, и население микрорайонов, прилегающих к данному промпредприятию, также подвержено высокому риску острых токсических эффектов.

Учитывая малые концентрации канцерогенных веществ, обусловленных выбросами шахт, расчет индивидуальных канцерогенных рисков от шахт является нецелесообразным. Величины канцерогенных рисков, обусловленных выбросами обогатительных фабрик, приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4

**Индивидуальные канцерогенные риски, имплицированные выбросами ЦОФ «Абашевская»**

Контрольные точки в жилой зоне (№ ТВК)	Свинец и его соединения	Сажа	Бензол	Суммарно
1	$5,4 \cdot 10^{-7}$	$1,46 \cdot 10^{-4}$	$6,48 \cdot 10^{-5}$	$2,11 \cdot 10^{-4}$
2	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$1,04 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	$1,41 \cdot 10^{-4}$
3	$2,16 \cdot 10^{-7}$	$1,53 \cdot 10^{-4}$	$5,79 \cdot 10^{-5}$	$2,11 \cdot 10^{-4}$
4	$1,68 \cdot 10^{-7}$	$7,97 \cdot 10^{-5}$	$2,06 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
5	$4,8 \cdot 10^{-8}$	$6,11 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$7,81 \cdot 10^{-5}$
6	$6,0 \cdot 10^{-8}$	$4,34 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-5}$	$5,37 \cdot 10^{-5}$
7	$3,12 \cdot 10^{-7}$	$1,18 \cdot 10^{-4}$	$4,63 \cdot 10^{-5}$	$1,65 \cdot 10^{-4}$
8	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$2,26 \cdot 10^{-5}$	$5,55 \cdot 10^{-6}$	$2,82 \cdot 10^{-5}$
9	$2,04 \cdot 10^{-7}$	$8,06 \cdot 10^{-5}$	$2,35 \cdot 10^{-5}$	$1,04 \cdot 10^{-4}$
10	$8,4 \cdot 10^{-8}$	$5,18 \cdot 10^{-5}$	$1,47 \cdot 10^{-5}$	$6,66 \cdot 10^{-5}$
11	$4,8 \cdot 10^{-8}$	$5,31 \cdot 10^{-5}$	$1,57 \cdot 10^{-5}$	$6,89 \cdot 10^{-5}$
12	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$2,44 \cdot 10^{-5}$	$6,17 \cdot 10^{-6}$	$3,05 \cdot 10^{-5}$
13	$1,56 \cdot 10^{-7}$	$1,33 \cdot 10^{-4}$	$4,63 \cdot 10^{-5}$	$1,79 \cdot 10^{-4}$
14	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$2,57 \cdot 10^{-5}$	$6,17 \cdot 10^{-6}$	$3,19 \cdot 10^{-5}$

## Индивидуальные канцерогенные риски, имплицированные выбросами ЦОФ «Кузнецкая»

Контрольные точки в жилой зоне (№ ТВК)	1	2	3	4	5	6	7
Свинец и его соединения	$8,16 \cdot 10^{-7}$	$6,96 \cdot 10^{-7}$	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$8,88 \cdot 10^{-7}$	$1,68 \cdot 10^{-7}$	$1,92 \cdot 10^{-7}$	$1,68 \cdot 10^{-7}$
Контрольные точки в жилой зоне (№ ТВК)	8	9	10	11			
Свинец и его соединения	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$3,12 \cdot 10^{-7}$	$2,04 \cdot 10^{-7}$	$8,4 \cdot 10^{-8}$			

Индивидуальные канцерогенные риски, связанный с выбросами ЦОФ «Абашевская», в ряде точек воздействия превышают приемлемое значение, равное  $1 \cdot 10^{-4}$  (превышение составляет  $1,04^2,11$  раза). Основной вклад в формирование канцерогенных рисков вносят выбросы сажи и бензола. Ингаляционный риск канцерогенного эффекта, имплицированный выбросами ЦОФ «Кузнецкая», находится на приемлемом уровне.

В ходе работы было выявлено, что загрязняющие вещества, образующиеся при работе шахт, практически не выбрасываются в атмосферу, так как основные производственные процессы проходят под землей. Это подтверждается анализом рисков здоровью населения, проживающего вблизи этих предприятий. Острые и хронические риски, выраженные через индекс опасности, не превышают 1, а канцерогенные — менее  $10^{-4}$ . Это позволяет охарактеризовать риски от шахт как незначительные.

Риски здоровью населения от выбросов ЦОФ «Кузнецкая» и ЦОФ «Абашевская» достигают неприемлемых значений в непосредственной близости от предприятий. Индекс опасности для острого воздействия больше 1, а для хронического воздействия практически не превышает 1. Это говорит о том, что население, проживающее в непосредственной близости от ЦОФ, подвергается интенсивному воздействию при активизации отдельных производственных процессов.

Основными загрязняющими веществами, вносящими свой вклад в величину рисков, являются угольная пыль, оксиды азота, диоксид серы. Метан, являющийся специфическим для данного вида деятельности загрязняющим веществом, по результатам анализа риска признан мало воздействующим веществом.

В целом угольную промышленность г. Новокузнецка можно охарактеризовать, как деятельность, мало влияющую на загрязнение воздуха в г. Новокузнецке. Основной вклад в риски здоровью населения вносят ЦОФ, но это влияние носит локальный характер.

## Список литературы

- 1 Авалиани С.Л., Безпалько Л.Е., Бобкова Т.Е., Мишина А.Л. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России // Гигиена и санитария. — 2013. — № 1. — С. 33–35.
- 2 Р 2.1.10.1920–04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. — 111 с.
- 3 Сынзыныс Б.И., Тяптова Е.Н., Мелехова О.П. Экологический риск. — М.: Логос, 2005. — 96 с.

В.А.Марченко, Д.В.Суржиков, М.А.Мукашева

**Новокузнецк қаласының көмірлі өнеркәсіптердің  
залалды заттардың шығарылу нәтижесінде  
халық денсаулығына қауіпін бағалау**

Мақалада Новокузнецк қаласының көмір өндірісінде және Батыс-Сібір темір өндіру комбинатында залалды заттардың экологиялық қауіптілігіне бағалау жүргізілді. Денсаулыққа тигізетін зардап анықталып, қорытындылар жасалды. Сондай-ақ Новокузнецк қаласындағы қара металлургиядағы ірі домна өндірістерінің көздерінен шығарылған өндіріс қалдықтары бойынша зерттеу нәтижелері берілген. Тұрғындар денсаулығына әкелетін идентификациялық қауіпсіздік жайында ақпарат келтірілген. Қаланың әр аймағында тұратын тұрғындардың интоксикациялық қайталану қауіпін бағалау нәтижесімен қатар, өндіріс қалдықтарының анықталған құрамы көрсетілген. Қауіпті қалыптастыратын жеке ластандырғыштардың әсері берілген қауіптен еселеп асқан көрсеткіші анықталды.

V.A.Marchenko, D.V.Surzhikov, M.A.Mukasheva

**Risk estimation of health of Novokuznetsk people  
from the release of the coal industry**

In the paper assesses the environmental risks of the coal industry in Novokuznetsk, including the West Siberian Metallurgical Combine. According to the results of the risk assessment of health draws conclusions on the impact on health of population Novokuznetsk coal mining and dressing enterprises. Assessing their contribution to reducing the level of health of the inhabitants. The article presents the results of a research on industrial emissions high-rise sources domain enterprises of ferrous metallurgy of Novokuznetsk. Presented the information to identify the danger to public health. Shown the specific components of industrial emissions; results of evaluation of chronic intoxication risk for the people living in different residential areas of the city. Installed a multiplicity of exceeding acceptable risk, contributions of individual pollutants in the risk of the formation.

References

- 1 Avaliani S.L., Bepalko L.E., Bobkova T.E., Mishina A.L. *Hygiene and sanitation*, 2013, 1, p. 33–35.
- 2 *P 2.1.10.1920–04 Human health risk assessment from environmental chemicals*, Moscow: Federal Centre of Sanitary Inspection Ministry of Health, 2004, 111 p.
- 3 Synzynys B.I., Tyantova E.N., Melekhova O.P. *Environmental risk*, Moscow: Logos, 2005, 96 p.