

# Оценка воздействия горнорудного предприятия на воздушный бассейн

<sup>1\*</sup>ОРАЛОВА Айгуль Турабаевна, к.х.н., доцент, oralovaat@rambler.ru,

<sup>1</sup>ЦЕШКОВСКАЯ Елена Анатольевна, старший преподаватель, Elena\_tsesh@mail.ru,

<sup>2,3</sup>ГОЛУБЕВА Елена Ильинична, д.б.н., профессор, egolubeva@gmail.com,

<sup>1</sup>ЦОЙ Наталья Константиновна, к.т.н., старший преподаватель, zoinat@mail.ru,

<sup>1</sup>ОБУХОВ Юрий Дмитриевич, к.т.н., доцент, uobuhov0@gmail.com,

<sup>1</sup>Карагандинский технический университет, Казахстан, 100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, 1,

<sup>3</sup>Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия, 236041, Калининград, ул. А. Невского, 14,

\*автор-корреспондент.

**Аннотация.** Работа посвящена оценке воздействия на атмосферный воздух горнорудного предприятия и разработке рекомендаций по снижению данного воздействия. Экологическая оценка заключалась в определении основных источников выбросов, расчете количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в результате деятельности карьера по добыче золотополиметаллических руд. В статье определены девять основных производственных участков исследуемого горнодобывающего объекта. Приведены результаты расчетов по 24 загрязняющим веществам за период с 2019 по 2024 годы. Расчеты показали, что максимум выбросов приходится на пыль неорганическую с содержанием оксида кремния 20...70% – 14,501 тонн в год, второе место по количеству выбросов занимает оксид углерода – 20,5 тонн в год, и 11,111 тонн в год приходятся на оксиды азота. Также даны рекомендации по снижению негативного влияния горнорудного предприятия на атмосферу.

**Ключевые слова:** воздушный бассейн, атмосферный воздух, выбросы, рудник, карьер, горнорудное предприятие, загрязняющие вещества, приземный слой.

## Введение

Среди всего перечня отраслей промышленности, оказывающих влияние на атмосферный воздух, предприятия горнодобывающего комплекса занимают одно из первых мест. Особенно те из них, где добыча полезных ископаемых производится открытым способом.

Цель работы: оценить влияние деятельности на газовую компоненту Земли.

Данная цель достигается через решение следующих задач:

- характеристика горнорудного предприятия (золотополиметаллического рудника) и определение источников загрязнения воздуха, вносящих основной вклад в его загрязнение;
- определение количественного состава выбросов загрязняющих веществ в воздушный бассейн;
- изложение рекомендаций по нивелированию негативного влияния на атмосферу.

## Результаты исследований

Исследуемое предприятие находится на 195 км восточнее г. Каркаралинска, в одноименном районе, на удалении 5 км в северо-западном на-

правлении от ближайшего населенного пункта.

Рельеф местности в районе расположения предприятия слабо холмистого характера с перепадом высот менее 50 м на 1 км. Климат резко континентальный, засушливый, характерен для пустынно-степной зоны. Заповедники и рекреационные зоны в районе расположения предприятия отсутствуют.

Исследуемое месторождение имеет двухэтажное строение; руда залегает на глубине от 3 до 675 метров. Руду добывают открытым способом.

Одними из значительных источников выбросов в атмосферу на руднике являются следующие участки и процессы:

- буровые работы;
  - взрывные работы;
  - погрузочно-выемочные работы;
  - транспортные работы;
  - отвальное хозяйство;
  - склад ГСМ;
  - механический участок (ремонтная мастерская);
  - пост электродуговой сварки.
- На руднике определены 9 источников неорга-

низованных выбросов.

1. Разрабатываемый карьер и применяемое при этом горное оборудование: буровые станки, экскаваторы, автосамосвалы. Кроме того, при проведении взрывных работ на карьере происходит залповый выброс пылегазового облака – пыли, оксидов углерода и азота.

2. Автотранспорт и машины, работающие на карьере, являются источником выбросов с выхлопными газами таких веществ, как оксиды азота, серы, углерода, сажа, бенз(а)пирен, углеводороды предельного ряда.

3. Три отвала вскрышных пород являются источниками выбросов пыли неорганической при статическом хранении породы, разгрузке и формировании отвала.

4. Рудный склад – источник выбросов пыли неорганической при статическом хранении руды, разгрузке руды, формировании склада, погрузке руды в автосамосвалы.

5. Отвал почвенно-растительного слоя (ПРС) при статическом хранении ПРС является источником выбросов пыли неорганической.

6. Автотранспорт и машины, работающие на складе руды и отвалах, являются источником выбросов в атмосферу выхлопных газов, содержащих оксиды азота, углерода и серы, сажу, бенз(а)пирен, предельные углеводороды.

7. Склад ГСМ является источником неорганизованных выбросов в атмосферу паров нефтепродуктов из резервуаров хранения дизельного топлива, бензина, дизельного масла, а также при приеме данных продуктов, заправке автотранспорта.

8. На механическом участке источниками выделения загрязняющих веществ являются сварочные работы, заточный, токарно-винторезный, сверлильный станки. От металлообрабатывающих станков в атмосферу поступают взвешенные вещества, пыль абразивная, эмульсол.

9. При осуществлении работ по сварке образуются оксиды железа, соединения марганца, фтористый водород и другие вещества в зависимости от марки применяемых электродов.

Источником выбросов пыли неорганической также являются: дробильная установка СМД26Б, загрузка и разгрузка породы приемный бункер и из него на пластинчатый питатель, загрузка и разгрузка щековой дробилки, транспортёрная лента, пересыпка щебня с конвейера на временный склад и пыление временного склада, погрузка

щебня со склада в автомобили.

Пылеулавливающие установки на источниках выбросов не предусмотрены.

На буровых установках СБШ-250 установлено гидроорошение, позволяющее подавлять выделение пыли на 85%. При взрывании обводненных скважин снижаются выбросы пыли на 60%, для газов на 85%. Забои, внутрикарьерные дороги, отвалы, склады орошаются водой, т.е. применяется гидрообеспыливание.

При осуществлении взрывов на предприятии вредные вещества (твердые частицы, оксиды углерода и азота) попадают в воздух в результате залповых выбросов в виде пылегазового облака. Длительность процесса взрыва от момента детонации взрывчатого вещества до оседания на грунт взорванной массы породы составляет около 20 минут. Существующие залповые выбросы предусмотрены регламентом ведения горных работ на месторождении и не оказывают значительного воздействия на окружающую среду.

Следующей задачей данной работы был расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [1-4].

Ниже приведен подробный расчет данного параметра при добыче руды.

При добыче руды открытым способом на карьере выполняются буровые работы, взрывные работы, погрузка руды и вскрышной породы экскаваторами в большегрузные автосамосвалы, транспортировка руды на склад руды и породы на отвал. Объем работ показан в таблице 1.

Бурение производится станками ВМ-45Р. Выбросы твердых частиц от буровых станков рассчитывают по формулам:

$$Q = \frac{n \cdot c \cdot (1 - \mu)}{3600}, \frac{\text{г}}{\text{с}},$$

$$Q_{\text{год}} = \frac{Q \cdot 3600 \cdot T}{10^6}, \frac{\text{т}}{\text{год}},$$

где  $n$  – число работающих буровых станков,  $n = 1$ ;  
 $c$  – количество пыли от одного станка,  $c = 7920,0$  г/ч;

$\eta$  – степень очистки,  $\eta = 0,85$  при мокром бурении;

$T$  – годовое количество рабочих часов,  $T = \text{ч/год}$ .

В таблице 2 приведены данные, полученные при расчетах выбросов пыли в результате буровых работ.

В таблице 3 показаны суммарные выбросы пыли при бурении.

Таблица 1 – Объем работ на карьере

Вид работ	Объем работ				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023-2024 гг.
Добыча руды, тонн	499774	312480	210420	189000	140364
Вскрыша, м³	1797968	2902000	3144000	971000	824000
Вскрыша, тонн		7836704,1	8488877,2	2622335,2	2225969,9

Таблица 2 –Выбросы пыли при буровых и взрывных работах			
Год	T, ч/год	M, г/с	M, т/год
<i>Буровые работы</i>			
2019	3995,48	0,330	4,747
2020	8030	0,330	9,540
2021	8030	0,330	9,540
2022	8052	0,330	9,566
2023	8030	0,330	9,540
2024	8030	0,330	9,540
<i>Взрывные работы</i>			
2019	3995,48	0,330	4,747
2020	8030	0,330	9,540
2021	8030	0,330	9,540
2022	8052	0,330	9,566
2023	8030	0,330	9,540
2024	8030	0,330	9,540

Таблица 3 – Суммарные выбросы пыли при бурении		
Год	M, г/с	M, т/год
2019	0,660	9,494
2020	0,660	19,080
2021	0,660	19,080
2022	0,660	19,132
2023	0,660	19,080
2024	0,660	19,080

В работе проведен расчет выбросов других загрязняющих веществ от всех вышеперечисленных источников (таблица 4, расчеты по 2021 г.).

Также имеют место незначительные выбросы соединений марганца, фтора, а также масла минерального (пары).

Как видно из таблицы 4, максимум выбросов приходится на пыль неорганическую с содержанием оксида кремния 20...70% – 14,501 тонн в год, второе место по количеству выбросов занимает оксид углерода – 20,5 тонн в год, и 11,111 тонн в год приходится на оксиды азота.

### Выводы

Выполненные расчеты выбросов загрязняющих веществ в атмосферу лягут в основу расчетов максимальных приземных концентраций данных веществ и их групп суммации, а также для расчета размеров санитарно-защитной зоны горнорудного предприятия и разработки рекомендаций по нормативам предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ.

Для уменьшения влияния работающего

технологического оборудования предприятия на воздушный бассейн, особенно в приземном слое, рекомендуется комплекс технологических мероприятий.

Технологические мероприятия при разработке карьера включают:

- использование исправной техники;
- неукоснительное соблюдение регламента технологии выполняемых работ, сроков проведения плановых и профилактических ремонтов оборудования и ДВС;
- реализация комплекса мероприятий для нивелирования отрицательного воздействия различной техники с дизельными двигателями: технико-технологические приемы при эксплуатации специальных транспортных средств (регулирование систем топливоподачи, режимов работы двигателя; применение специальных присадок в дизельном топливе – снижение выбросов азота с отходящими газами на 75% и 50% соответственно); обеспечение выпускной системы автосамосвалов различного рода катализаторами, в том числе каталитическими (с достижением уменьшения выбросов оксидов углерода на 80% и углеводородов на 70%); с целью снижения выбросов оксида серы следует использовать дизельное топливо с низким содержанием серы;

- применение новейшего отечественного и импортного оборудования, с учетом взрыво- и пожаробезопасности, токсичности продуктов.

Таким образом, в данной статье дана краткая характеристика предприятия и определение основных источников загрязнения атмосферного воздуха; проведен расчет количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух; даны рекомендации по снижению негативного влияния горнорудного предприятия на атмосферу.

Таблица 4 – Величины выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух		
Наименование вещества	М, г/с	М, т/год
<i>Взрывные работы</i>		
Взрывчатое вещество (аммонит)	0,13	0,031
Оксиды азота (NO <sub>x</sub> )	13,607	11,112
Пыль	0,661	19,082
<i>Погрузка пород вскрыши</i>		
Оксид железа (FeO)	0,031	0,794
Оксид меди (CuO)	0,001	0,035
Свинец и его соединения	0,001	0,011
Оксид цинка (ZnO)	0,003	0,075
Сера (S)	0,025	0,657
Пыль (содержание SiO <sub>2</sub> 20-70%)	0,064	1,608
<i>Транспортировка пород вскрыши в отвал</i>		
Пыль (содержание SiO <sub>2</sub> 20-70%)	0,313	5,323
<i>Вредные вещества, входящих в состав паров ГСМ</i>		
Пары дизельного топлива, в том числе:	0,011	0,007
углеводороды предельные C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,01097	0,00698
сероводород	0,00003	0,00002
Пары бензина, в том числе:	3,267	0,334
углеводороды предельного ряда C <sub>1</sub> -C <sub>5</sub>	2,4655	0,2527
углеводороды предельного ряда C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	0,6004	0,0615
пептены	0,0817	0,0084
Бензол (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	0,0653	0,0067
Толуол (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub> )	0,0474	0,0048
Ксилол ((CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> )	0,0049	0,0005
Этилбензол (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )	0,0016	0,0002
<i>Возведение дороги</i>		
Пыль	2,514	15,491
<i>Выбросы от двигателей буровых станков</i>		
Оксид углерода (CO <sub>2</sub> )	1,418	20,501
Углеводороды (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> )	0,424	6,151
Оксид азота (NO <sub>2</sub> )	0,141	2,049
Сажа	0,221	3,179
Оксид серы (SO <sub>2</sub> )	0,284	4,101
Бенз(а)пирен (C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> )	0,000005	0,00007

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по проведению оценки воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду при разработке предплановой, плановой, предпроектной и проектной документации. – (с изменениями и дополнениями согласно Приказу Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 24 сентября 2013 года № 289-ө). – «Юридическая газета» от 22 августа 2007 года, № 128 (1331), Собрание актов центральных исполнительных и иных центральных государственных органов Республики Казахстан, 2007 г., май-июль.
2. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (по величинам удельных выбросов) РНД 211.2.02.03-2004. – Астана, 2004.
3. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных предприятий. Утверждена приказом Министра ООС от 18 апреля 2008 г. № 100-п.
4. Методические рекомендации по расчету выбросов от неорганизованных источников. Утверждены приказом Министра ООС от 18 апреля 2008 г. № 100-п.

### Тау-кен кәсіпорнының ауа бассейніне әсерін бағалау

<sup>1</sup>\*ОРАЛОВА Айгуль Турабаевна, х.ғ.к., доцент, oralovaat@rambler.ru,

<sup>1</sup>ЦЕШКОВСКАЯ Елена Анатольевна, аға оқытушы, Elena\_tsesh@mail.ru,

<sup>2,3</sup>ГОЛУБЕВА Елена Ильинична, б.ғ.д., профессор, egolubeva@gmail.com,

<sup>1</sup>ЦОЙ Наталья Константиновна, т.ғ.к., аға оқытушы, zoinat@mail.ru,

<sup>1</sup>ОБУХОВ Юрий Дмитриевич, т.ғ.к., доцент, uobuhov0@gmail.com,

<sup>1</sup>Қарағанды техникалық университеті, Қазақстан, 100027, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

<sup>2</sup>М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей, 119991, Мәскеу, Ленин таулары, 1,

<sup>3</sup>И. Кант атындағы Балтық федералді университеті, Ресей, 236041, Калининград, А. Невский көшесі, 14,

\*автор-корреспондент.

**Аңдатпа.** Ұсынылғын жұмыс тау-кен кәсіпорнының атмосфералық ауаға әсерін бағалауға және осы әсерді азайту бойынша арналған. Экологиялық бағалау алтын шығаратын полиметалл кендерін өндірудегі карьердің қызметі нәтижесінде атмосфераға ластаушы заттар шығарындыларының мөлшерін есептеп шығарудың негізгі көздерін анықтаудан тұрды. Мақалада зерттелген тау-кен өндірісінің тоғыз негізгі өндірістік бағыттары анықталған. 2019 жылдан 2024 жылға дейінгі кезеңдегі 24 ластаушы затқа арналған есептеулердің нәтижелері келтірілген. Есептеулер көрсеткендей, шығарындылардың ең көп мөлшері – 20...70% – жылына 14,501 тонна кремнеземі бар бейорганикалық шаң, шығарындылардың екінші мөлшері – көміртегі тотығы – жылына 20,5 тонна, жылына 11,111 тонна азот оксиді. Сонымен қатар тау-кен өндіруші кәсіпорынның атмосфераға теріс әсерін азайту бойынша ұсыныстар берілген.

**Кілт сөздер:** ауа бассейні, атмосфералық ауа, шығарындылар, кеніш, карьер, тау-кен кәсіпорны, ластаушы заттар, жер үсті қабаты.

### Assessment of the Influence of a Mining Enterprise to the Air Basin

<sup>1</sup>\*ORALOVA Aigul, Cand. of Chem. Sci., Associate Professor, oralovaat@rambler.ru,

<sup>1</sup>TSESHKOVSKAYA Yelena, Senior Lecturer, Elena\_tsesh@mail.ru,

<sup>2,3</sup>GOLUBEVA Elena, Dr. of Biol. Sci., Professor, egolubeva@gmail.com,

<sup>1</sup>TSOY Nataliya, Cand. of Tech. Sci., Senior Lecturer, zoinat@mail.ru,

<sup>1</sup>ОБУКHOV Yuri, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, uobuhov0@gmail.com,

<sup>1</sup>Karaganda Technical University, Kazakhstan, 100027, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Russia, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1,

<sup>3</sup>I. Kant Baltic Federal University, Russia, 236041, Kaliningrad, A. Nevsky Street, 14,

\*corresponding author.

**Abstract.** The work is devoted to assessing the impact on the atmospheric air of a mining enterprise and developing recommendations to reduce this impact. The environmental assessment consisted of determining the main sources of emissions, calculating the amount of pollutant emissions into the air as a result of the quarry's activity in the extraction of gold-polymetallic ores. The article identifies nine main production areas of the studied mining facility. The results of calculations for 24 pollutants for the period from 2019 to 2024 are presented. Calculations showed that the maximum emission is inorganic dust with a silica content of 20...70% are 14.501 tons per year, the second largest amount of emissions is 20.5 tons per year of carbon monoxide, and 11.111 tons per year are nitrogen oxides. Recommendations for reducing the negative impact of the mining enterprise to the atmosphere are also proposed in the article.

**Keywords:** air basin, atmospheric air, emissions, mine, quarry, mining enterprise, pollutants, surface layer.

### REFERENCES

1. Instruksiya po provedeniyu otsenki vozdeystviya namechayemoy khozyaystvennoy i inoy deyatel'nosti na okruzhayushchuyu sredu pri razrabotke predplanovoy, planovoy, predproyektnoy i proyektnoy dokumentatsii. – (s izmeneniyami i dopolneniyami soglasno Prikazu Ministra okhrany okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan ot 24 sentyabrya 2013 goda no. 289-ө). – «Yuridicheskaya gazeta» ot 22 avgusta 2007 goda, no. 128 (1331), Sobraniye aktov tsentral'nykh ispolnitel'nykh i inykh tsentral'nykh gosudarstvennykh organov Respubliki Kazakhstan, 2007 g., may-iyul'.
2. Metodika rascheta vydeleniy (vybrosov) zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu pri svarochnykh rabotakh (po velichinam udel'nykh vybrosov) RND 211.2.02.03-2004. – Astana, 2004.
3. Metodika rascheta vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv ot avtotransportnykh predpriyatiy. Utverzhdena prikazom Ministra OOS ot 18 aprelya 2008 g. No. 100-p.
4. Metodicheskiye rekomendatsii po raschetu vybrosov ot neorganizovannykh istochnikov. Utverzhdeny prikazom Ministra OOS ot 18 aprelya 2008 g. No. 100-p.