

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

Институт Химических и Биологических Технологий  
(наименование института)

Кафедра Химических Процессов и Промышленной Экологии  
(наименование кафедры)

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой

«Химических Процессов и Промышленной  
Экологии»

Канд.тех.наук, доцент

Ш.Н. Кубекова Кубекова Ш.Н.  
подпись

« 21 » 06 2021 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Название диссертации Оценка загрязнения атмосферного воздуха  
предприятиями горнодобывающей  
промышленности на примере месторождения  
«Бозшаколь»  
Направление подготовки 7M05202 – «Биоэкологическая инженерия»

Выполнил Паржанов Ч.С.

Научный руководитель

Канд.тех.наук, доцент

С.М. Нурмакова Нурмакова С.М.  
(подпись)

«8» июня 2021 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К.И. Сатпаева

Институт Химических и Биологических Технологий

(наименование института)

Кафедра Химических Процессов и Промышленной Экологии

(наименование кафедры)

7M05202 – «Биоэкологическая инженерия»

Шифр и наименование специальности

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

«Химических Процессов и Промышленной Экологии»

Канд.тех.наук, доцент



подпись

Кубекова Ш.Н.

« 21 » 06

2021 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение магистерской диссертации**

Магистранту

Паржанову Чингизу Сакеновичу

(Ф.И.О. обучающегося)

Тема:

Оценка загрязнения атмосферного воздуха предприятиями  
горнодобывающей промышленности на примере месторождения  
«Бозшаколь»

(тема магистерской диссертации)

Утверждена приказом Ректора Университета № 353–М от "14" ноября 2019 г.

Срок сдачи законченной диссертации

"8" июнь 2021 г.

Исходные данные к магистерской диссертации:

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

- а) определение количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ и перечня вредных (загрязняющих) веществ;
- б) моделирование и анализ расчетных приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере;
- в) оценка воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения на примере молибденового производства. золашлаковых отходов

Перечень графического материала:

## ГРАФИК

подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Обзор литературы	22.02.2021	Выполнено
Объект и методика исследований	12.04.2021	Выполнено
Результаты исследования	25.05.2021	Выполнено
Заключение	01.06.2021	Выполнено

## Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование разделов	Консультанты, ФИО. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Обзор литературы	Нурмакова С.М. (канд. техн. наук, сениор-лектор)	08.06.2021	
Объект и методика исследований	Нурмакова С.М. (канд. техн. наук, сениор-лектор)	08.06.2021	
Результаты исследования	Нурмакова С.М. (канд. техн. наук, сениор-лектор)	08.06.2021	
Нормоконтролер	Нурсултанов М.Е. (лектор)	16.06.2021	

Научный руководитель  Нурмакова С.М.  
Задание принял к исполнению обучающийся  Паржанов Ч.С.  
Дата «8» 06.2021 г.

## АНДАТПА

Тақырыбы: "Бозшакөл" кен орны мысалында тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының атмосфералық ауаның ластануын бағалау.

Түйінді сөздер: атмосфераның ластануы, химиялық ластану, канцерогендік қауіп, денсаулыққа қауіпті бағалау.

Зерттеу мақсаты: "Бозшакөл" кен орнын пайдаланудан атмосфералық ауаның ластануын бағалау және атмосфералық ауаның ластануының халық денсаулығына әсерін бағалау.

Зерттеу міндеттері:

– тау-кен өнеркәсібі объектісі үшін атмосфералық ауаға ластаушы заттар шығарындыларының әсер ету дәрежесін бағалау үшін бастапқы деректерді алу;

– ластаушы заттар шығарындыларының сандық сипаттамаларын және зиянды (ластаушы) заттар тізбесін айқындау арқылы жүзеге асырылады;

– атмосферадағы ластаушы заттардың жер бетіндегі есептік шоғырлануын модельдеу және талдау;

– атмосфералық ауаның ластануының халық денсаулығына әсерін молибден өндірісі үлгісінде бағалау.

Алынған нәтижелер. Диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша атмосфераны ластау көздерінен ЛЗ шығарындыларын есептеу жүргізілді, ЛЗ шығарындыларының сандық сипаттамалары анықталды, атмосферадағы ЗВ жер бетіндегі шоғырлануын модельдеу бойынша есептеулер жүргізілді, халық денсаулығына қауіпті бағалау әдіснамасы зерттелді және тау-кен объектісін пайдаланудан адам денсаулығына қауіпті сандық бағалау жүргізілді.

## АННОТАЦИЯ

Тема: Оценка загрязнения атмосферного воздуха предприятиями горнодобывающей промышленности на примере месторождения «Бозшаколь».

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, химическое загрязнение, канцерогенный риск, оценка риска здоровью населения.

Цель исследования: Оценка загрязнения атмосферного воздуха и оценка воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения от эксплуатации месторождения «Бозшаколь».

Задачи исследования:

- получение исходных данных для оценки степени влияния выбросов загрязняющих веществ на атмосферный воздух для горнопромышленного объекта;

- определения количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ и перечня вредных (загрязняющих) веществ;

- моделирование и анализ расчетных приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере;

- оценка воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения на примере молибденового производства.

Полученные результаты. По теме диссертационной работы выполнены расчеты выбросов ЗВ от источников загрязнения атмосферы, определены количественные характеристики выбросов ЗВ, выполнены расчеты по моделированию приземных концентраций ЗВ в атмосфере, изучены методологии оценки риска здоровью населения и проведена количественная оценка риска здоровью человека от эксплуатации горнопромышленного объекта.

## ABSTRACT

Topic: Assessment of atmospheric air pollution by mining enterprises on the example of the "Bozshakol" field.

Key words: atmospheric pollution, chemical pollution, carcinogenic risk, public health risk assessment.

The purpose of the study: Assessment of atmospheric air pollution and assessment of the impact of atmospheric air pollution on public health from the operation of the Bozshakol field.

Research objectives:

- obtaining initial data for assessing the degree of influence of pollutant emissions on the atmospheric air for a mining facility;
- determination of quantitative characteristics of emissions of pollutants and the list of harmful (polluting) substances;
- modeling and analysis of calculated surface concentrations of pollutants in the atmosphere;
- assessment of the impact of air pollution on public health on the example of molybdenum production.

The results obtained. On the topic of the dissertation work, calculations of SV emissions from sources of atmospheric pollution were performed, quantitative characteristics of SV emissions were determined, calculations were made for modeling surface concentrations of SV in the atmosphere, methodologies for assessing the risk to public health were studied, and a quantitative assessment of the risk to human health from the operation of a mining facility was carried out.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1. Обзор научной литературы	9
1.1. Влияние деятельности месторождения на атмосферный воздух	9
1.2. Воздействие загрязнения атмосферы на здоровье населения	12
1.3. Общие положения методологии оценки риска здоровью населения	14
2. Объект и методика исследования	23
2.1. Общие сведения о предприятии	23
2.2. Краткая характеристика производственных объектов месторождения «Бозшаколь»	24
2.3. Краткая характеристика природно-климатических условий района размещения месторождения «Бозшаколь»	28
2.4. Характеристика предприятия как источника загрязнения атмосферы	30
2.5. Количественная характеристика выбросов загрязняющих веществ и перечень вредных веществ	31
2.6. Методы исследования	35
2.6.1 Моделирование и анализ расчетных приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере	35
2.6.2 Условия проведения моделирования	35
2.7. Общее описание метода оценки риска здоровью населения	36
2.7.1 Оценка риска по средним концентрациям загрязняющих веществ	37
3. Результаты исследования	39
3.1. Результаты расчета уровня загрязнения атмосферы	39
3.1.1 Анализ результатов моделирования приземных концентраций загрязняющих веществ и уровня загрязнения атмосферы	39
3.2. Оценка риска здоровью населения по результатам моделирования загрязнения атмосферного воздуха в районе месторождения «Бозшаколь»	45
3.2.1 Идентификация опасности для здоровья населения от компонентов выбросов в атмосферу	45
3.2.2 Количественная и качественная характеристика выбросов в атмосферный воздух	46
3.2.3 Анализ информации о показателях опасности канцерогенного действия химических веществ	51
3.2.4 Анализ информации о показателях неканцерогенной опасности химических веществ	52
3.2.5 Ранжирование выбросов	58
3.2.6 Ускоренная характеристика риска на этапе идентификации опасности	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	70

## ВВЕДЕНИЕ

*Актуальность исследований.* На сегодняшний день, проблема качества воздушной среды является приоритетной - наличие непрерывного загрязнения воздуха опасными для здоровья людей веществами ставит перед нами задачи для осуществления прогнозной оценки загрязнения воздушной среды выбросами промышленного предприятия, автотранспорта и, в целом, промышленного центра [1].

Загрязнение атмосферного воздуха является одним из главных факторов экологических рисков здоровью. Как установлено в ряде научных исследований, проведенных в текущем десятилетии, загрязнение атмосферного воздуха ведет к значительно большому числу преждевременных смертей, чем считалось ранее.

В связи с этим, выполнение оценки воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье человека на примере молибденового производства является актуальной темой.

*Цель исследования:* Оценка загрязнения атмосферного воздуха и оценка воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения от эксплуатации месторождения «Бозшаколь».

*Задачи исследования:*

– получение исходных данных для оценки степени влияния выбросов загрязняющих веществ на атмосферный воздух для горнопромышленного объекта;

– определения количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ и перечня вредных (загрязняющих) веществ;

– моделирование и анализ расчетных приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере;

– оценка воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения на примере молибденового производства.

*Научная новизна.* Впервые, на научной основе, дана количественная оценка риска здоровью населения, работающего в зонах промышленного воздействия, на основании международных принципов и стандартов. Впервые для молибденового производства определены риски для здоровья населения от воздействия атмосферного загрязнения.

*Практическое значение.*

1. Расширение практики проведения оценки риска здоровью человека на примере медно-молибденового производства.
2. Внедрение результатов исследования в учебный процесс вузов области экологии при обучении в бакалавриате, магистратуре и докторантуре.

Объем диссертации в цифровом формате 75 страниц. В работе представлено 8 рисунков и 14 таблиц. Список литературы включает 43 источников.

## 1. Обзор научной литературы

### 1.1. Влияние деятельности месторождения на атмосферный воздух

При разработке месторождений, как и при горно-разведочных работах, нарушается естественное состояние атмосферы, гидросферы, земной поверхности и недр, однако масштабы этих нарушений и их влияние на окружающую среду более значительны [2].

#### *Выбросы в атмосферу.*

При добыче полезных ископаемых выбросы в атмосферный воздух поступают от взрывных работ, дробления руды, тонкого измельчения и обогащения, сушки концентрата, теплоснабжения, транспорта и производственных машин, а также отсыпки хвостов и вмещающей породы. Наиболее существенными выбросами являются взрывные газы ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ), выхлопные газы ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ , углеводороды,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , тонкая пыль), производственные газы (в т. ч. от биологического выщелачивания, переработки растворов биовыщелачивания, окисления концентрата под давлением:  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{C}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{S}$  и сушки:  $\text{SO}_2$ ), взвешенные вещества и минеральная пыль. Выбросы минеральной пыли (то есть взвешенных частиц) происходят при разных видах деятельности, как например, при добыче руды, перевозке, погрузке, дроблении, измельчении, сушке, отсыпке вмещающих пород, а также складировании концентрата и хвостов обогащения. Минеральная пыль по составу соответствует тонко измельчённой руде и её вмещающей породе, и, следовательно, может содержать вредные для здоровья металлы. Опасность минеральной пыли зависит от минерального состава руды и способности к размолу. Некоторые минералы, особенно волокнистые, например, такие как асбест, при пылении могут быть вредными сами по себе.

#### *Добыча и транспортировка руды*

При добыче и транспортировке руды образуются выбросы минеральной пыли, выхлопных газов и взрывных газов. При перевозке руды грузовым автотранспортом возникают обычные при этом выбросы пыли и выхлопных газов, как при открытом, так и при подземном способе добычи, особенно когда руда вывозится на поверхность земли для складирования. Минеральная пыль выделяется в воздух от руды, поверхности дорог, колёс и грузовых платформ.

Используемые для добычи руды взрывчатые вещества при взрыве превращаются в водный пар, диоксид углерода и азот. Кроме того, взрывные газы содержат небольшие количества вредных газов, таких как угарный газ и оксиды азота. При взрыве образуется также дым. Объём этих газов составляет 0,7-1 м<sup>3</sup> газа на килограмм взрывчатого вещества [3].

Образующийся при взрыве горячий газ захватывает с собой в атмосферу какое-то количество пыли горной породы. При этом объём поднимающейся в атмосферу пыли зависит от заряда и взрываемого материала. Материал горной породы осаждается, в основном, в непосредственной близости от рудника, но тонкая пыль может переноситься на большие расстояния от рудника.

Например, графитная пыль распространяется на большую территорию и из-за способности пачкаться легко заметна даже в небольших количествах.

Транспортировка руды и вскрышных пород происходит на территории рудника по дорогам без покрытия, на которые попадают перевозимые горные массы. Минеральный материал измельчается в мелкую пыль под колёсами тяжёлого транспорта, тогда на поверхности дорог часто образуется слой пыли. Объёмы транспортных выбросов пыли и выхлопных газов растут при промежуточных погрузках и разгрузках, а также по мере увеличения расстояния от рудника до цеха обогащения.

При подземном способе добычи руды выбросы, поступающие в атмосферу с воздухом вентиляционной системы рудника, ограничены правилами охраны труда, поэтому уровень выбросов обычно невысок. Влажность воздуха в руднике способствует уменьшению распространения пыли с отработанным воздухом в атмосферу. При открытом способе разработки выбросов пыли и выхлопных газов значительно больше, чем при подземном способе, прежде всего из-за движения автотранспорта. Эти выбросы также лимитируются правилами охраны труда.

#### *Грохочение и измельчение (дробление и размол)*

Выбросы от дробления и грохочения во многом зависят от расположения оборудования. Выбросы блока дробления и грохочения, размещённого в помещении или в подземных выработках, обычно не вызывают большой нагрузки на окружающую среду, так как выбросы пыли лимитированы правилами охраны труда. Машины опрокидывают горную массу в загрузочное отверстие дробилки обычно всё же на открытом пространстве, таким образом, пылевые выбросы невозможно полностью собрать для очистки.

От полностью или частично на открытом воздухе расположенного блока образуется, как правило, больше пылевых выбросов, чем от оборудования, расположенного в помещении. Объём и состав пылевых выбросов расположенного на открытом пространстве блока зависит от погодных условий, вида руды, применяемой технологии.

После дробления и грохочения на стадии размола в атмосферу не поступает большого количества выбросов, так как размол проводится, обычно, в закрытом блоке, в водной среде - пульпе.

#### *Обогащение*

В процессе обогащения могут образовываться газовые и пылевые выбросы, например, при сушке концентрата, приготовлении и использовании флотореагентов и химических реагентов или в самом процессе обогащения. В технологических процессах, требующих нагрева, выделяются газовые выбросы, в составе которых выхлопные газы и, в зависимости от технологии, оксиды азота, углекислый газ, диоксид серы и взвешенные вещества. Образующиеся в процессе обогащения газы могут иметь неприятный запах, как например, сероводород ( $H_2S$ ).

Сушка концентрата в сушильном барабане, нагреваемом традиционным мазутом, является источником атмосферных выбросов. Газовые выбросы сушильного барабана кроме обычных дымовых выбросов содержат, обычно, пыль и диоксид серы.

Приготовление реактивов обогащения на территории рудника может вызывать газовые выбросы в атмосферу. Например, при изготовлении негашёной извести образуются выбросы углекислого газа, а при изготовлении гашёной извести выделяется тепло и водяной пар.

Использование химических реагентов, в т. ч. в процессах осаждения и флотации, а также при промывке фильтров может вызывать газовые выбросы, такие как сернистый газ и диоксид азота. Сероводород легко высвобождается в процессах осаждения, где используется диоксид серы (восстановление), а также в таких процессах флотации, где концентрированная серная кислота взаимодействует с сульфидными минералами (особенно с магнитным колчеданом). Также при кучном бактериальном выщелачивании в атмосферу может выделяться углекислый газ и сероводород. Сероводород ядовитый, легко воспламеняемый газ. Концентрация сероводорода в цехе обогащения может превысить уровень, безопасный для здоровья, но за пределами рудничной территории беспокоит обычно только неприятный запах (CICAD 2003). Диоксид азота может высвобождаться при промывке керамических фильтров азотной кислотой, когда концентрированная кислота взаимодействует с сульфидными минералами. Диоксид азота относится к очень ядовитым газам. Он может оказывать вредное влияние не только на окружающую среду, но и на здоровье человека.

Из реагентов обогащения кроме сероводорода неприятный запах имеют также соли ксантогеновой кислоты, а также крахмалосодержащие реагенты-депрессанты. Резкий запах ксантогенаты обнаруживают обычно тогда, когда используются в больших количествах. Запах крахмалосодержащих усиливается при повышении температуры воздуха, особенно в летнюю жару. Негативное воздействие запаха ксантогенатов и депрессантов обычно только эстетического характера.

В процессе обогащения в атмосферу могут поступать также выбросы выхлопных газов. Например, при использовании автоклава для ускорения процессов растворения руд при обогащении образуются выбросы оксидов азота и взвешенных частиц, когда автоклав нагревается парогенератором для достижения достаточной для реакции температуры.

#### *Складирование и транспортировка концентрата*

При складировании, погрузке и транспортировке концентрата образуются выбросы от пыления и выхлопных газов транспортных средств.

Складирование концентрата на открытом пространстве обычно вызывает пыление, пыль с осадками может попадать в поверхностные и подземные водные объекты. Выбросы пыли могут выделяться от поверхности куч складированной руды или во время погрузки просыпающегося на землю сухого материала. Объёмы пылевых выбросов при складировании

концентрата зависят от погодных условий, а также от применяемых технологий. Пыление с поверхности кучи руды уменьшается, если поддерживается достаточная влажность концентрата, и он содержит минимальное количество абсолютно сухого материала [3].

Если концентрат складывается в крытых хранилищах, то выбросы ограничиваются выхлопными газами транспортных средств при погрузке и перевозке.

## **1.2. Воздействие загрязнения атмосферы на здоровье населения**

Состояние здоровья населения это показатель загрязнения окружающей среды. Источником многих заболеваний является воздействие на организм экологических факторов (физических, химических и биологических). На сегодняшний день мало ученых проявляют интерес в исследовании выбросов на горнодобывающих месторождениях. Необходимо учитывать, что любое открытие в этой области имеет особую важность, потому что данный вопрос очень многогранен и специфичен для каждого отдельного региона [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Вследствие непрерывной урбанизации и процессов индустриализации в современных странах, возросло антропогенное влияние на окружающую среду, которое отражается на здоровье экспонируемого населения. Так, согласно представленным данным, в 2012 г. доля смертей, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, составила 3,7 миллионов по всему миру. 88% смертей приходится на страны с низким и средним доходом. Аналогичные высокие показатели смертности зафиксированы и в нашей республике. Среди стран СНГ наша страна занимает одно из лидирующих мест и объясняется это высоким загрязнением окружающей среды [10].

Чем больше степень развития производства, тем сильнее ухудшается состояние окружающей среды. Данное обстоятельство не может обойти стороной и Казахстан. Потому как загрязнение воздуха и водных ресурсов становится значительной проблемой в нашей стране и такие изменения не должны проходить без пристального внимания государства [11, 12].

Воздействие на здоровье человека таких факторов, как климатический и социально-бытовой, водный и качество питание уже неоднократно доказано. Также, одним из главных факторов, влияющих на здоровье, является качество атмосферного воздуха. С каждым годом, все больше отмечается процесс загрязнения атмосферного воздуха. Вместе с тем и меняются свойства загрязняющих веществ.

Загрязнение атмосферного воздуха выбросами значительно воздействует на детскую смертность. Доказана связь между факторами окружающей среды и детской смертностью [13].

Вещества, загрязняющие атмосферный воздух, крайне редко оказывают острое специфическое воздействие на здоровье населения [14]. Реакция организма на загрязняющее вещество характеризуется днями, очень редко

часами, чаще всего это бывает в чрезвычайных ситуациях. Преимущественно превалирует хроническое неспецифическое изменение. Исследованные материалы, в малых концентрациях на протяжении длительного времени при воздействии на организм, прежде всего, приводят к неспецифическим изменениям [15, 16].

Первые исследования были проведены профессором Кенесариевым У.И., которым были определены основные антропогенные загрязнители окружающей среды региона КНГКМ, выявлена прямо пропорциональная зависимость между степенью загрязнения объектов окружающей среды и состоянием здоровья населения [17, 18]. В дальнейшем, ряд ученых продолжили изучение состояния окружающей среды и здоровья населения региона КНГКМ. Так, А.Ж. Жансерикова – качество почвы [19], М.М. Шакиров изучал дерматологическую заболеваемость в регионе КНГКМ [20], А.И. Анамбаева – заболеваемость детей [21], Н.Г. Ногаева – стоматологическую заболеваемость [22], А.Е. Ержанова – влияние внедрения новых технологий на качество атмосферного воздуха и состояние заболеваемости населения [23], Г.Н. Омаркожаева – качество объектов окружающей среды – атмосферно воздуха, воды, почвы, продуктов питания [24], Г.М. Аликеева – демографические показатели [25], О.М. Курмангалиев изучил эколого-гигиенические аспекты формирования патологии мочеполовой системы [26], Д.У. Кенесары была разработана и апробирована методология экономической оценки рисков здоровью населения, включающая стоимостную оценку оказываемого ущерба государству от дополнительных случаев заболеваемости и смертности, возникших в результате эмиссий на месторождении [27].

Известно, что здоровье населения зависит от загрязнения окружающей среды разнообразными химическими и физическими факторами. Именно для изучения таких факторов, которые имеют разную направленность действия и различны по своей природе возникновения, применяется методология оценки рисков здоровью населения. Основной целью которой является объективное определение экспозиции и исключение воздействия на окружающую среду и здоровье населения. Сравнительная оценка риска дает возможность рассмотреть все риск факторы и оценить всю опасность для здоровья человека. Целью сравнительной оценки риска является определение приоритетных проблем, связанных с окружающей средой. В основном, сравнительная оценка риска дает возможность исследовать наиболее неблагоприятные эффекты химических веществ с учетом данных, с помощью которых проводится оценка риска [28].

Для реализации стратегии слияния санитарно-гигиенической деятельности республики с общими положениями международных организаций, необходимо осуществить переход с уже существующей системы оценки качества охраны окружающей среды к методологии оценки рисков.

В настоящее время технология оценки риска применяется всеми развитыми странами мира и международными организациями. Методология

является одним из ключевых моментов при принятии управленческих решений и рекомендуется в качестве основной программы для решения задач, связанных с окружающей средой и здоровьем населения. Данная методология позволяет определять степень загрязнения и охарактеризовать ее на международном, государственном, областном, районном уровне или на примере отдельного предприятия [29].

Оценка риска здоровью населения проводится с помощью четырех между собой связанных этапов: идентификация опасности, оценка зависимости «доза-ответ», оценка экспозиции, характеристика риска [30, 31, 32, 33].

В нашей Республике методология анализа рисков еще не получила требуемого развития.

В РК были проведены первые работы по оценке рисков здоровью населения. В частности, это ускоренная оценка рисков по результатам моделирования. В результате которой было выявлено 4 приоритетных неканцерогенных вещества с направленностью действия на органы дыхания, это NO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, CO [34]. Досмухаметовым А.Т. были рассчитаны атрибутивные риски, индекс опасности неканцерогенного риска здоровью детей [35].

### **1.3. Общие положения методологии оценки риска здоровью населения**

На сегодняшний день принято считать, что основными индикаторами состояния окружающей среды являются показатели приемлемости риска здоровью населения, наиболее объективно демонстрирующие насущную экологическую политику любого государства. Основным критерием, на основе которого разрабатываются мероприятия по защите здоровья населения от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды, является величина риска для здоровья экспонируемого населения. Загрязнение воздушного бассейна населенных пунктов химическими веществами может обуславливаться неблагоприятными изменениями в состоянии здоровья человека, которые, в ряде случаев, могут поспособствовать дальнейшему развитию заболеваний.

Использование методологии оценки риска здоровью населения в качестве основного социально-экономического индикатора состояния окружающей среды позволит создать наиболее адекватную базу для принятия решений в области управления воздействием на окружающую среду, а также повысит эффективность природоохранных мероприятий. В настоящее время широко практикуется применение методологии оценки риска здоровью населения при проведении гигиенической диагностики, т.е. определение причинно-следственных связей между воздействием факторов окружающей среды и возможными изменениями в состоянии здоровья населения.

Методология риска здоровью населения отражена в научных разработках и документах Международных организаций (ВОЗ, Организация по экономическому сотрудничеству и развитию, Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Концепция Европейского сообщества). В странах Европейского содружества вопросы Методологии риска рассматриваются в Директивах Комиссии ЕС, технических регламентах и т.д. Данная методология подразумевает определение рисков возникновения негативных эффектов для здоровья экспонированного населения от факторов окружающей среды, а результаты расчетов риска выражаются в количественном эквиваленте.

По мнению экспертов международных организаций, основное предназначение Методологии риска - это получение соотношения между определяемым *агентом окружающей среды* и вероятностью его негативного *воздействия на здоровье населения*, что позволяет определить уровни приемлемости риска здоровью населения на определенных территориях. Это всецело позволяет оценить уровни загрязнения объектов окружающей среды по установленным значениям гигиенического нормирования и по величинам приемлемого риска. Данное направление ярко продемонстрировано на опыте применения Методологии риска в деятельности ФБУЗ «Центр Гигиены и Эпидемиологии» Роспотребнадзора.

На сегодняшний день разработка нормативных показателей качества объектов среды обитания на территории РФ предполагает обязательное применение методологии оценки риска здоровью населения. С внедрением данной методологии пересмотрены более 50 гигиенических нормативов для атмосферного воздуха. Методические подходы к оценке риска для задач обоснования гигиенических нормативов в основном идентичны.

Таким образом, применение методологии оценки риска здоровью населения позволяет устанавливать более надежные безопасные уровни воздействия, в том числе региональные уровни минимального риска и целевые концентрации, а также совершенствовать систему гигиенического нормирования и ее гармонизацию с международно признанными принципами, критериями и методами установления безопасных уровней воздействия химических веществ.

Согласно общепризнанному нормативно-методическому документу РФ Р 2.1.10.1920-0404 – «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» оценка риска [36], как правило, осуществляется в соответствии со следующими 4-мя этапами: идентификация опасности, оценка зависимости «доза-ответ», оценка воздействия (экспозиции) химических веществ на человека и характеристика риска.

В ряде случаев, например, при скрининговой оценке, осуществляемой с целью предварительной характеристики возможных источников и уровней рисков, исследования могут быть ограничены несколькими или даже одним этапом.

Для уточнения задач настоящего исследования целесообразно было провести сперва предварительную скрининговую оценку на этапе идентификации опасности, предусматривающую ускоренную характеристику риска на основе имеющихся или полученных в процессе настоящего исследования ограниченных данных. При скрининговой оценке расчет риска проводят на гипотетического человека, т.е. в отношении максимально экспонируемого индивида, подвергающегося максимально возможному воздействию загрязненной среды в течение всей жизни. Для предварительной оценки, как правило, надо выбрать наиболее консервативный сценарий воздействия. Если даже при самом консервативном сценарии воздействия полученные величины риска не превышают уровни приемлемого риска, проведение расширенных исследований по полной схеме может оказаться нецелесообразным.

Первые пилотные исследования с использованием методологии оценки риска здоровью населения в Казахстане проводились, начиная с 2011 г.

На территории России с ноября 1997 г., согласно совместному Постановлению Главного государственного санитарного врача и Главного государственного инспектора по охране природы РФ «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации» [37], методология оценки риска успешно апробирована и была показана перспективность ее внедрения. Анализ опыта российских исследований за последние годы свидетельствует, что применение методологии оценки риска в условиях рыночной экономики дает ряд ощутимых преимуществ в деле управления качеством окружающей среды и состоянием здоровья населения. Например, на основании сравнительной оценки экономической эффективности природоохранных мероприятий проведена оценка и ранжирование инвестиционных проектов на основании соотношения стоимость/эффективность снижения воздействия на здоровье населения. Также, результаты использования методологии оценки риска для здоровья населения легли в основу создания системы гигиенической безопасности.

В ряде из них была проведена оценка многосредового риска от комплекса факторов, воздействующих на население из различных сред и разными путями. Проведение этих работ открывает новые возможности для оценки многосредовых воздействий и комплексного поступления химических веществ с максимальным учетом множества источников, маршрутов и путей воздействия, различных спектров возникающих эффектов.

В целом применение методологии анализа риска здоровью населения в качестве инструмента обоснования эффективных управленческих решений позволяет:

- получать количественные характеристики возможного ущерба здоровью от воздействия факторов среды обитания человека;
- сравнивать и ранжировать различные по степени выраженности эффекты воздействия факторов среды обитания человека;

– устанавливать более надежные безопасные уровни воздействия и гигиенические нормативы, в том числе региональные уровни минимального риска и целевые концентрации;

– идентифицировать в конкретных условиях как наиболее подверженные неблагоприятному воздействию, так и наиболее чувствительные и ранимые группы населения;

– совершенствовать систему гигиенического нормирования и ее гармонизацию с международно признанными принципами, критериями и методами установления безопасных уровней воздействия химических веществ;

– определять приоритеты экологической политики и политики в области охраны здоровья населения на территориальном и местном уровнях;

– устанавливать зоны санитарной охраны и санитарно-защитные зоны и др.

Процедура оценки риска осуществляется в соответствии со следующими 4-мя этапами:

– идентификация опасности: выявление потенциально вредных факторов, оценка связи между изучаемым фактором и нарушениями состояния здоровья человека, достаточности и надежности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов окружающей среды исследуемыми веществами; составление перечня приоритетных химических веществ, подлежащих последующей характеристике риска;

– оценка зависимости «экспозиция – ответ»: выявление количественных связей между уровнями экспозиции и показателями состояния здоровья;

– оценка воздействия (экспозиции) химических веществ на человека: характеристика источников загрязнения, маршрутов движения загрязняющих веществ от источника к человеку, пути и точки воздействия, определение доз и концентраций, воздействовавших в прошлом, воздействующих в настоящем или тех, которые возможно будут воздействовать в перспективе, установление уровней экспозиции для популяции в целом и ее отдельных субпопуляций;

– характеристика риска представляет собой завершающую часть оценки риска и начальную фазу управления риском. На этом этапе интегрируются все данные, полученные в процессе идентификации опасности, оценки зависимости «доза-ответ» и оценки экспозиции; проводится совокупный анализ степени надежности полученных данных; описываются риски для отдельных факторов и их сочетаний, а также характеризуется вероятность и тяжесть возможных неблагоприятных эффектов на здоровье человека. Расчет рисков и их характеристика проводятся отдельно для канцерогенных и не канцерогенных эффектов [36].

Для химических канцерогенов основным параметром зависимости «доза-ответ» является фактор канцерогенного потенциала (характеристика наклона зависимости «доза-ответ» на ее линейном участке). Этот фактор (SF)

устанавливается отдельно для ингаляционного (SF<sub>i</sub>) и перорального (SF<sub>o</sub>) поступления вещества в организм и имеет размерность - (мг/кг-сут.)<sup>-1</sup>. Величина индивидуального канцерогенного риска рассчитывается путем умножения среднесуточной дозы (или среднесуточного поступления) за весь период жизни (LADD) на величину SF [36]:

$$ICR = LADD \times SF \quad (1)$$

где:

SF - фактор наклона [мг/(кг\*сут.)]<sup>-1</sup>

LADD мг/(кг\*день) – пожизненная средняя суточная доза, усредненная с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека, которая определяется по формуле 2:

$$LADD = [C \times CR \times ED \times EF] / [BW \times AT \times 365] \quad (2)$$

где:

C – концентрация вещества в воздухе, мг/м<sup>3</sup>;

CR – скорость поступления воздуха, м<sup>3</sup>/день;

ED – продолжительность воздействия, лет;

EF – частота воздействия, дней/год;

BW – масса тела человека, кг;

AT – период усреднения экспозиции (для канцерогенов AT = 70 лет);

365 – число дней в году.

Полученное значение ICR характеризует верхнюю границу канцерогенного риска за среднюю продолжительность жизни (70 лет). Например, ICR = 1\*10<sup>-4</sup> означает, что в когорте населения численностью 10000 человек возникнет один дополнительный случай злокачественного новообразования. Таким образом, величина ICR является агрегированной оценкой индивидуального риска развития рака за среднюю продолжительность жизни.

При использовании величины единичного риска (UR) расчетная формула приобретает следующий вид [36]:

$$ICR = LADC \times UR_i \quad (3)$$

где:

LADC – средняя концентрация вещества в воздухе за весь период усреднения экспозиции, мг/м<sup>3</sup>;

UR<sub>i</sub> – единичный риск для воздуха (риск на 1 мг/м<sup>3</sup> или 1 мкг/м<sup>3</sup>) – величина верхней, консервативной оценки канцерогенного риска у человека, подвергающегося на протяжении всей своей жизни постоянному воздействию анализируемого канцерогена в концентрации 1 мг/м<sup>3</sup> или 1 мкг/м<sup>3</sup> в атмосферном воздухе.

Единичный риск рассчитывается с использованием величины  $SF_i$  и стандартных значений массы тела человека (70 кг), суточного потребления воздуха (20 м<sup>3</sup>) [36]:

$$UR_i [\text{мг}/\text{м}^3] = SF_i [(\text{кг} \times \text{сут})/(\text{мг})] \times 1/70 [\text{кг}] \times 20 [\text{м}^3\text{сут}] \quad (4)$$

Популяционный канцерогенный риск характеризует дополнительное (к фоновому уровню заболеваемости) число случаев злокачественных новообразований в исследуемой популяции и чаще всего выражается за год [36]:

$$PCR = LADD \times SF \times POP/70 \quad (5)$$

где:

POP – численность исследуемой популяции;

70 – средняя продолжительность жизни человека, принятая при оценке канцерогенного риска.

В методологии оценки риска комбинированное действие канцерогенных факторов принято рассматривать как аддитивное:

$$R_{\text{сум}} = R_1 + R_2 + \dots R_n \quad (6)$$

где:

$R_{\text{сум}}$  - суммарный канцерогенный риск;  $R_1, R_2, R_n$  - канцерогенные риски, обусловленные компонентами смеси химических веществ.

Характеристика риска развития не канцерогенных эффектов осуществляется либо путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия (индекс/коэффициент опасности), либо на основе параметров зависимости «концентрация – ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях.

В первом случае характеристика риска развития не канцерогенных эффектов для отдельных веществ проводится на основе расчета коэффициента опасности по формуле [36]:

$$HQ = C/RfC \text{ (ARfC)} \quad (7)$$

где:

HQ – коэффициент опасности;

C – среднегодовая концентрация, мг/м<sup>3</sup>;

RfC – референтная (безопасная) концентрация при хроническом воздействии, мг/м<sup>3</sup>

$$HQ = AC/ARfC \quad (8)$$

где:

HQ - коэффициент опасности;

АС –максимально разовая концентрация, мг/м<sup>3</sup>;

ARfC - референтная (безопасная) концентрация при остром воздействии, мг/м<sup>3</sup>.

Референтная концентрация представляет собой нормативную величину непрерывного ингаляционного воздействия на человеческую популяцию (включая чувствительные подгруппы), при которой не наблюдается заметный риск вредных не канцерогенных эффектов на протяжении всей жизни. Эта концентрация устанавливается в методологии оценки риска в качестве допустимого предела ингаляционного воздействия на человека потенциально опасных уровней химических веществ в воздухе.

При величине коэффициента опасности (HQ), равной или меньшей 1,0, риск вредных эффектов рассматривается как пренебрежимо малый. С увеличением HQ вероятность развития вредных эффектов возрастает, однако точно указать величину этой вероятности невозможно.

Коэффициент опасности рассчитывается отдельно для условий кратковременных (острых) и длительных воздействий химических веществ. При этом период усреднения экспозиций и соответствующих безопасных уровней воздействия должен быть аналогичным. То есть для оценки острых воздействий пиковых уровней используются референтные концентрации кратковременного действия. Соответственно среднегодовые концентрации, используемые при оценке риска для характеристики хронических эффектов, сопоставляются с референтными концентрациями для хронических ингаляционных воздействий. В данной работе используются референтные концентрации, в соответствии с рекомендациями «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04) [36].

Характеристика риска развития не канцерогенных эффектов при комбинированном воздействии химических соединений проводится на основе расчета индекса опасности (HI). Индекс опасности для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем (например, ингаляционным или пероральным) рассчитывается по формуле [36]:

$$HI = \sum HQ_i \quad (9)$$

где:

HQ<sub>i</sub> - коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси

Для не канцерогенных химических веществ аддитивность признается в случае их одинакового (однородного) токсического действия. В соответствии с международными рекомендациями под «одинаковым» действием условно понимается влияние веществ на одни и те же органы или системы (например,

легкие, печень, центральную нервную систему, процессы развития организма и др.).

Большинство разработанных к настоящему времени эпидемиологических критериев оценки риска отражают ожидаемый прирост частоты нарушений состояния здоровья на единицу воздействующей концентрации.

В таблице 1.1 приведена классификация уровней риска, принятая в соответствии с рекомендациями «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04) [36].

Таблица 1.1 - Классификация уровней риска.

Уровень риска	Индивидуальный пожизненный канцерогенный риск и риск других социально значимых эффектов	Коэффициент опасности развития не канцерогенных эффектов (НЭ) для отдельных веществ	Индекс опасности развития не канцерогенных эффектов (ИЭ) для группы веществ с однородным действием
Чрезвычайно высокий	$10^{-1}$ и более	$>10$	$>10$
Высокий	$<10^{-1} - 10^{-3}$	$>5-10$	$>7 - 10$
Средний	$<10^{-3} - 10^{-4}$	$>1-5$	$>3 - 7$
Низкий (допустимый)	$<10^{-4} - 10^{-6}$	0,1-1,0	1,0 – 3,0
Минимальный	менее $10^{-6}$	менее 0,1	менее 1,0

Классификация уровней риска используется:

1) для установления целевых уровней риска, характеризующих те значения риска, которые должны быть достигнуты в результате проведения оздоровительных мероприятий по снижению рисков;

2) для установления региональных уровней минимального риска – таких концентраций вредного химического вещества в данном объекте среды обитания человека, воздействие которых с учетом особенностей распределения общей региональной химической нагрузки не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья наиболее чувствительных групп населения и не требует немедленного проведения мероприятий по снижению риска.

В мировой практике, а также в рекомендациях ВОЗ целевым уровнем риска обычно является величина пожизненного индивидуального риска социально значимого эффекта -  $1 \times 10^{-6}$ . Для пожизненного индивидуального риска развития тяжелого заболевания или смерти уровень низкого риска не может быть выше  $1 \times 10^{-4}$ , коэффициент и индекс опасности для не канцерогенных эффектов, соответственно, – больше 1,0 и 3,0.

При воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, предельно допустимый риск не должен превышать  $1 \times 10^{-4}$ . В случае превышения предельно допустимых уровней приемлемого риска по согласованию с органами, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор, устанавливается перечень и сроки реализации мероприятий по снижению уровней риска.

Величина развития неканцерогенных эффектов оценивается по результатам значений коэффициента/индекса опасности (HQ/HI), либо на основе параметров зависимости «концентрация – ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях. Допустимым уровнем считается HQ и HI  $\leq 1,0$ . Развернутый алгоритм действия при проведении оценки риска здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды представлен в методике «Методика оценки рисков негативного воздействия факторов окружающей среды на состояние здоровья населения», утвержденной Приказом Министра здравоохранения МЗ РК № 304 от 14.05.2020 г. [38].

## 2. Объект и методика исследования

### 2.1. Общие сведения о предприятии

Месторождение «Бозшаколь» является крупнейшим по запасам медно-молибденовых руд. Руды здесь залегают близко от поверхности земли и содержат в промышленной концентрации не только медь, но и молибден, серебро и другие ценнейшие металлы [39]. Ситуационная карта расположения объекта представлена на рисунке 2.1.

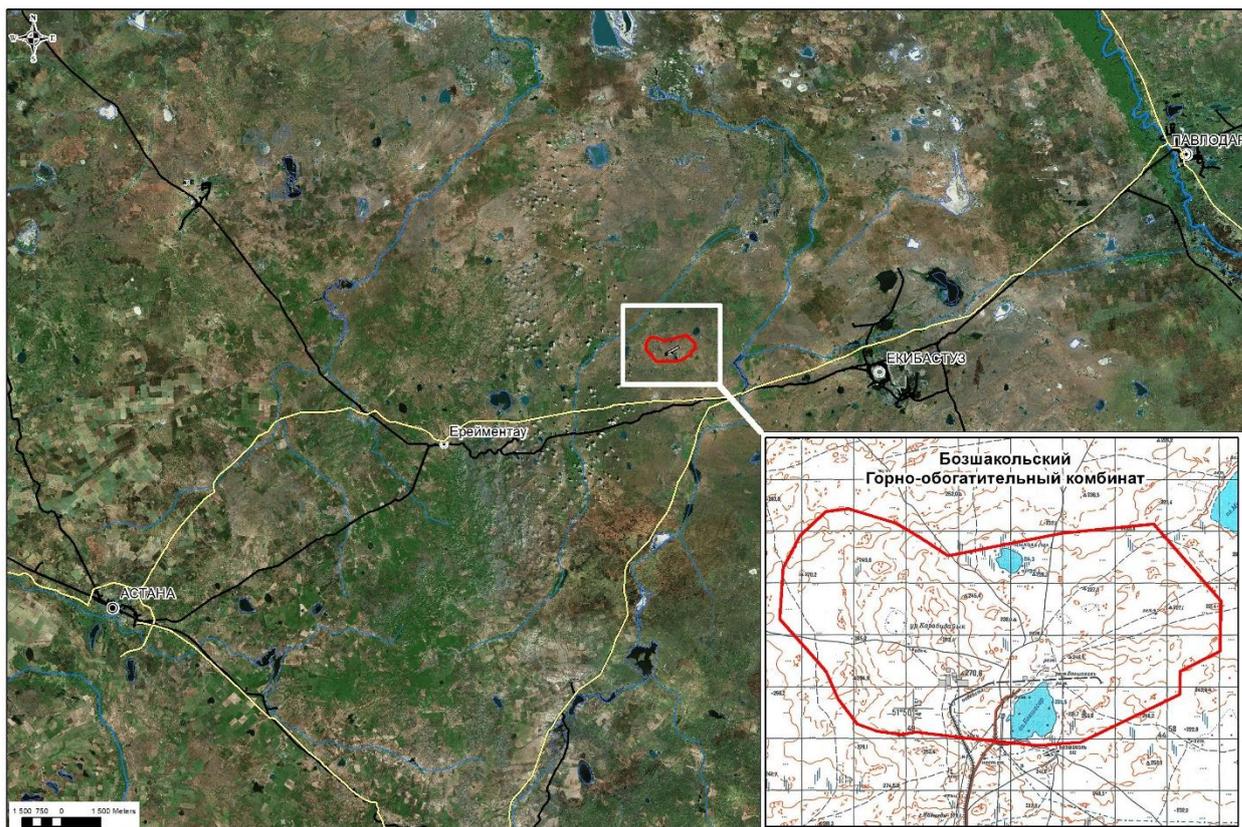


Рисунок 2.1 – Ситуационная карта расположения месторождения «Бозшаколь»

Месторождение «Бозшаколь» расположено на территории Экибастузского района, Павлодарской области Республики Казахстан:

- в 208 км северо-восточнее от города Астаны (столица Казахстана).
- в 190 км юго-западной города Павлодар (областной центр).
- в 73 км западной города Экибастуз (районный центр).

Географические координаты центра месторождения «Бозшаколь»:  $51^{\circ}51'15''\text{СШ}$ ,  $74^{\circ}17'45''\text{ВД}$ .

Большая часть территории Павлодарской области находится в пределах юга Западносибирской равнины в среднем течении реки Иртыш. С севера область граничит с Российской Федерацией (Омская область), на юге - с

Карагандинской областью, на востоке - с Восточно-Казахстанской, на западе - с Акмолинской и Северо-Казахстанской областями Республики Казахстан.

Район дренирован двумя реками: Шидерты и Оленты, протекающими параллельно в северо-восточном направлении на расстоянии 30 - 50 км друг от друга и в 18 - 25 км от месторождения. На площади месторождения имеется ряд мелких лощин со слабо выраженными сухими руслами, имеющими направление стока к рекам Оленты и Шидерты.

Из близлежащих озер, наиболее крупными являются: Майсор, Бошесор, Ащиколь.

Ближайшими населенными пунктами, к месторождению «Бозшаколь», являются:

- Село – Бозшаколь (400 человек) - находится в 18 км южнее месторождения, за автомагистралью Павлодар-Астана;
- Поселок Торткудык (население 300 человек) - находится в 18 км юго-западнее месторождения;
- Поселок Шидерты (население 4000 человек) – находится в 30 км юго-восточнее от месторождения.

Помимо Бозшакольского месторождения медно-молибденовых руд в районе имеется ряд месторождений, из которых наиболее значительными являются, месторождения: «Сатпак», «Одам», «Кзыл-Каинды», «Джамбулды I», «Джамбулды II» и «Бий-кудук».

По отношению к месторождению «Бозшаколь» они расположены:

- месторождение «Сатпак» - в 27 км к юго-западу от месторождения;
- месторождение «Одам» - в 90 км к юго-востоку от месторождения;
- месторождение «Кзыл-Каинды» - в 8 км к юго-западу от месторождения;
- Джамбулдыйская группа месторождений («Джамбулды I», «Джамбулды II» и «Бий-кудук») - в 80 км к юго-востоку от месторождения.

## **2.2. Краткая характеристика производственных объектов месторождения «Бозшаколь»**

Месторождение Бозшаколь было открыто в 1930 году. В период 1976 - 1985 годы на площадке месторождения были построены объекты горно-обогатительного комбината, линии электропередач, железнодорожная станция, подъездная автодорога, хозяйственные постройки, жилые дома, водовод от Шидертинского водохранилища и т.д. При строительстве карьера было вынуто более 4500 тыс.м<sup>3</sup> горной массы. К 1995 году все сооружения были демонтированы. Работы на месторождении полностью прекращены.

В настоящее время на промышленной площадке «Бозшакольского горно-обогатительного комбината» находятся карьер «Центральный», обогатительная фабрика по переработке медно-молибденовой руды и завод по отмывке каолинизированных руд, а также объекты и сооружения инфраструктуры предприятия.

Генеральным планом разработки месторождения «Бозшаколь» предусматривается территориальное деление всей площади на зоны, которые определялись с учетом технологических связей, санитарно-гигиенических и противопожарных требований.

- Горное производство;
- Обоганительное производство;
- Объекты общего назначения.

В состав горного производства входят:

- карьер "Центральный";
- отвалы складирования руды;
- строительство подъездных и внутренних дорог месторождения

К объектам обоганительного производства относятся:

1) обоганительная фабрика по переработке медно-молибденовой руды, в составе которой:

- комплекс первичного дробления руды;
- участок складирования и забора крупнодробленной руды;
- участок дробления рудной гали;
- главный корпус, в котором происходит - измельчение и классификация руды; флотация и доизмельчение концентрата;
- участки реагентного хозяйства;
- объекты хвостового хозяйства.

2) завод по отмывке каолинизированных руд, в составе которой:

- участок дробления – первичное и вторичное дробление, доизмельчение и классификация руды;
- технологический корпус – с участками: флотации, уплотнения, фильтрации концентрата и сгущения хвостов;
- не технологическая мастерская;
- трансформаторная подстанция;
- автозаправочная станция
- участок подачи и распределения воды;
- участок реагентов.

К объектам общего назначения относятся:

- трансформаторная подстанция;
- автозаправочная станция для тяжелой техники;
- автозаправочная станция для легкового транспорта;
- площадка приема, хранения и распределения дизельного топлива;
- станция технического обслуживания;
- ремонтно-механический цех;
- вспомогательное оборудование, такое как осветительные мачты, дизельные генераторы, мобильные сварочные аппараты, насосы осушения карьера, тепловые пушки;
- топливно-распределительный комплекс;

- объекты водоснабжения и канализации;
- железнодорожная станция "Комбинатская";
- административный комплекс;
- пожарное депо на 4 автомобиля;
- медпункт с гаражом на 1 автомобиль;
- вахтовый поселок на 1200 человек;
- контрольно-пропускной пункт;
- взлетно-посадочная полоса.

Проектная мощность предприятия составляет:

- по переработки руды – на обогатительной фабрике 27,8 млн. тонн в год и на заводе по отмывке каолинизированных руд 5 млн. тонн в год;
- по производству медного концентрата – 281, 484 тонн год на заводе по отмывке каолинизированных руд и 442,242 тыс. тонн в год на обогатительной фабрике;
- по производству молибденового концентрата – 2,502 тыс. тонн в год.
- Товарной продукцией БГОКа являются медный концентрат с содержанием меди 20% и молибденовый концентрат с содержанием молибдена 0,4%.

Карта-схема объектов месторождения «Бозшаколь» с нанесенными на нее источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу прилагается на рисунке 2.2

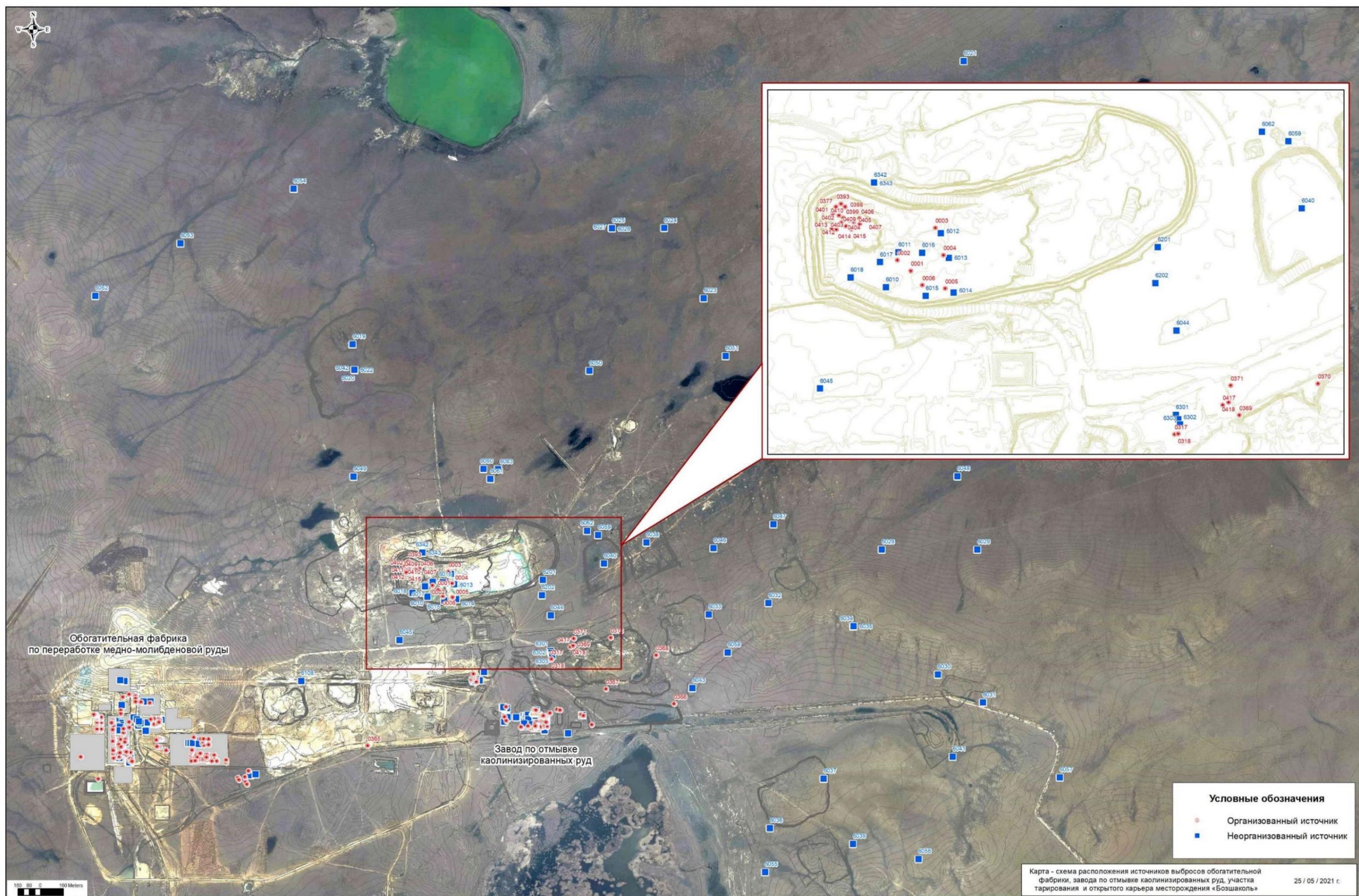


Рисунок 2.2 - Карта-схема объектов месторождения «Бозшаколь» с нанесенными на нее источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

### **2.3. Краткая характеристика природно-климатических условий района размещения месторождения «Бозшаколь»**

По климатическому районированию, согласно СНиП 2.04.01-2010 "Строительная климатология" рассматриваемый район относится к 1 климатическому району, к подрайону 1В с резко выраженным континентальным режимом (третья сухая зона) [40].

Для освещения природно-климатических условий района были использованы данные наблюдений метеостанции Экибастуз (ближайшая метеостанция к месторождению «Бозшаколь»).

Климат резко континентальный, формируется под воздействием антициклонной циркуляции воздушных масс. Летом территория находится под влиянием сухих ветров, дующих со среднеазиатских пустынь, зимой – холодных арктических воздушных масс.

Климат района с устойчивой суровой зимой с метелями, коротким, сухим и жарким летом, короткой весной. Отличительной особенностью местного климатического режима являются резкие изменения температуры воздуха при переходе от холодного к теплomu сезону и значительные колебания температуры в течение года.

Согласно справке РГП «Казгидромет» №32-02-1-11/373 от 03.12.2015 г. (Приложение А). Количество дней с устойчивым снежным покровом в период 09.11.2014 – 05.04.2015 составило 147 дней. В образовании снежного покрова большую роль играют сильные ветры и расчлененность рельефа местности. Очень часто снег, выпавший на ровную поверхность земли, сметается и переносится ветрами в другое место. Накопление запасов подземных вод происходит только весной и частично осенью. Летние осадки большей частью ливневые в пополнении запасов подземных вод не участвуют, вследствие значительного испарения.

Район характеризуется небольшим количеством выпадающих осадков:

- на зимний период приходится 14 %, от годового количества осадков;
- на весенний период – 27 %;
- на летний – 35 %;
- на осенний период – 24 %.

Количество дней с осадками, в виде дождя за период 01.10.2014-30.10.2015 год составило 116 дней. Суммарная продолжительность осадков, за этот же период составило 276 часов.

Относительная равнинность рельефа, незащищенность территории от проникновения в ее пределы воздушных масс различного происхождения создают благоприятные условия для интенсивной ветровой деятельности. Штилевая погода не характерна для Павлодарской области.

Преобладающим направлением ветров являются ветры западных и юго-западных румбов.

Наиболее холодным месяцем в году считается январь со среднемесячной температурой минус 21,8°С.

Наиболее теплый месяц июль со среднемесячной температурой воздуха плюс 26,9<sup>0</sup>С.

Данные наблюдений по среднегодовой повторяемости направлений ветра и штилей для района расположения месторождения «Бозшаколь» (РГП «Казгидромет» №32-02-1-11/323 от 12.10.2015 г.) представлены в таблице 2.1, на рисунке 2.3 и в Приложении А.

Таблица 2.1 - Среднегодовая повторяемость направлений ветра и штилей по метеостанции Экибастуз, %

<b>С</b>	<b>СВ</b>	<b>В</b>	<b>ЮВ</b>	<b>Ю</b>	<b>ЮЗ</b>	<b>З</b>	<b>СЗ</b>	<b>Штиль</b>
8	6	7	8	8	27	20	16	6

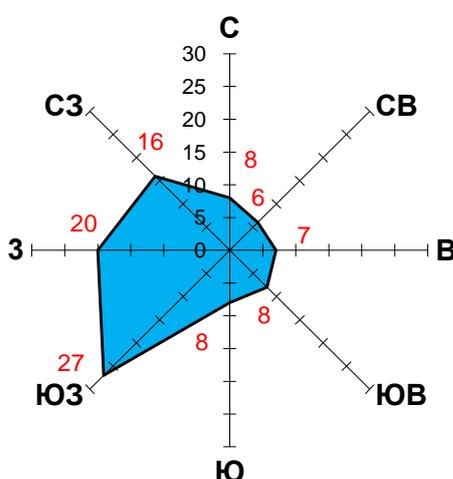


Рисунок 2.3 - Роза ветров по метеостанции Экибастуз

Климатические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания выбросов вредных веществ в атмосфере района расположения месторождения «Бозшаколь» приведены в таблице 2.2 и в Приложении А.

Таблица 2.2 - Климатические характеристики и коэффициенты

Наименование характеристик	Величина
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А	200
Коэффициент рельефа местности, η	1,0
Средняя месячная температура воздуха самого холодного месяца (январь), °С	-21,8
Средняя месячная температура воздуха самого жаркого месяца (июль), °С	26,9
Среднегодовая скорость ветра, м/с	3,1
Скорость ветра, повторяемость превышения которой составляет 5%, м/с	7

Выводы:

Анализ климата показал, что территория производственной деятельности характеризуется высокими скоростями ветров, что обуславливает хорошую продуваемость приземного слоя и предотвращает дисперсионное загрязнение воздуха. Поэтому район проведения работ (месторождение «Бозшаколь») имеет благоприятные условия самоочищения атмосферы от промышленных выбросов. Высокая динамика ветрового режима атмосферы создает условия для быстрого рассеивания вредных веществ попадающих в воздушный бассейн рассматриваемого района. Атмосферные осадки, грозы, штормовые ветра - также значительно улучшают условия самоочищения атмосферы в приземном слое.

#### **2.4. Характеристика предприятия как источника загрязнения атмосферы**

В настоящей магистерской диссертации рассмотрена оценка воздействия на атмосферный воздух при эксплуатации месторождения «Бозшаколь», в состав которого вошли [39]:

– Открытый карьер – буровые работы; взрывные работы, работы, связанные с отвалообразованием; строительство внутри карьерных дорог. Источниками загрязнения являются: буровые установки (выхлопные трубы и пыление при проведении буровых работ); взрыв (выделение газа и пыли); выемочно-погрузочные-разгрузочные работы (пересыпка пылящих материалов, статическое хранение, движение автотранспорта);

– Обогащительная фабрика по переработке медно-молибденовой руды - дробление, измельчение и классификация руды; флотация, сгущение, фильтрация, хранение и отгрузка медного и молибденового концентрата. Источниками выделения загрязняющих веществ в атмосферу являются: пыление при перемещении и дроблении руды (дробилка, конвейеры, желоба, бункера, транспортеры, питатели), вытяжные вентиляторы, резервуары химических реагентов, резервуары смазочного масла; масляные нагреватели, охладители, теплообменники насосы; склад медного и молибденового концентрата, и т.д.;

– Завод по отмывке каолинизированной руды - дробление, измельчение и классификация руды; флотация, сгущение, фильтрация, хранение и отгрузка медного концентрата. Источниками выделения загрязняющих веществ в атмосферу являются: пыление при перемещении и дроблении руды (дробилка, конвейеры, желоба, бункера, транспортеры, питатели), вытяжные вентиляторы, резервуары химических реагентов, резервуары смазочного масла; масляные нагреватели, охладители, теплообменники насосы; склад медного концентрата, пруд-накопитель хвостохранилища и т.д.;

– Объекты общего назначения – трансформаторная подстанция; АЗС для легкового транспорта и тяжелой техники; площадка приема, хранения и распределения дизельного топлива; станция технического обслуживания;

ремонтно-механическая мастерская; заводская лаборатория; вспомогательное оборудование (дизельные генераторы, осветительные мачты, насосы осушения, тепловые пушки и т.д.) и топливно-распределительный комплекс. Источниками выделения загрязняющих веществ в атмосферу являются: выхлопные трубы дизельных генераторов, дыхательные клапана резервуаров дизельного топлива, Заправочные колонки, площадка насосов, вытяжки выхлопных газов на станции технического обслуживания, инсинератор, емкость для сбора отработанного масла, станки для обработки металла, сварочные посты, участок зарядки аккумуляторов, работа болгарок, вытяжные трубы лаборатории, осветительные мачты, насосы осушения карьера, мобильные сварочные аппараты.

## **2.5. Количественная характеристика выбросов загрязняющих веществ и перечень вредных веществ**

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, составлен по расчетам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от эксплуатации:

- открытого карьера месторождения «Бозшаколь»;
- обогатительной фабрики по переработке медно-молибденовой руды;
- завода по отмывке каолинизированных руд;
- объектов общего назначения.

Таблица составлена с помощью программного комплекса «Эра v 2.0» (фирма «Логос-плюс», г. Новосибирск) на основе расчетов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 2021 год.

Количественная характеристика выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ (т/год) приводится по усредненным годовым значениям в зависимости от изменения режима работы предприятия, технологического процесса и оборудования, расхода и характеристик сырья, топлива, реагентов, материала и т.д.

При совместном присутствии в воздухе атмосферы веществ, выделяемых в процессе работы предприятия, увеличивается токсичность воздействия этих веществ на окружающую среду и на здоровье человека, т.е. проявляется эффект суммации.

При эксплуатации всех объектов на месторождении «Бозшаколь» определено 554 источников выбросов загрязняющих веществ, 316 из которых организованные и 238 - неорганизованные. В атмосферу будут выбрасываться вещества 34-ти наименований (1-4 класса опасности), из которых 16 обладают эффектом суммации вредного действия.

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу на 2021 год от всего месторождения «Бозшаколь» (в целом), приведен в таблице 2.5-1 [41].

Общее количество выбросов загрязняющих веществ в 2021 году – 4020,059985 т/год загрязняющих веществ, из них твердых –2011,778156 т/год, жидких и газообразных – 2008,281829 т/год.

Таблица 2.3 - Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, на 2021 (месторождение «Бозшаколь»)

Код ЗВ	Наименование загрязняющего вещества	ПДКм.р, мг/м <sup>3</sup>	ПДКс.с., мг/м <sup>3</sup>	ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Выброс вещества с учетом очистки, г/с	Выброс вещества с учетом очистки, т/год, (М)	Значение КОВ (М/ПДК)**а	Выброс ЗВ, условных тонн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0123	Железа оксид		0,04		3	0,0654762	0,3319431	8,2986	8,2985775
0128	Негашеная известь			0,3		18,3302384	578,062526	1926,8751	1926,87509
0143	Марганец и его соединения	0,01	0,001		2	0,003684	0,024234	63,0598	24,234
0203	Хром (VI) оксид		0,0015		1	0,0000611	0,0003214	0	0,21426667
0271	Сернистый натрий			0,01		0,3119934	7,81272	781,272	781,272
0301	Азота диоксид	0,2	0,04		2	116,037396	714,888827	337156,917	17872,2207
0302	Азотная кислота	0,4	0,15		2	0,002	0,05256	0	0,3504
0303	Аммиак	0,2	0,04		4	0,0001968	0,005172	0	0,1293
0304	Азота оксид	0,4	0,06		3	18,9423128	114,382711	1906,3785	1906,37851
0316	Соляная кислота	0,2	0,1		2	0,0015935	0,0474776	0	0,474776
0322	Серная кислота	0,3	0,1		2	0,0001179	0,0028177	0	0,028177
0328	Сажа	0,15	0,05		3	7,9700196	64,2857956	1285,7159	1285,71591
0330	Сера диоксид	0,5	0,05		3	16,5977433	122,849148	2456,983	2456,98296
0333	Сероводород	0,008			2	0,007664701	0,17763612	56,2825	22,204515
0334	Сероуглерод	0,03	0,005		2	0,000002	0,0000526	0	0,01052
0337	Углерод оксид	5	3		4	96,0405836	715,505709	137,9567	238,501903
0342	Фтористые газообразные соединения	0,02	0,005		2	0,0015749	0,016719	4,803	3,3438
0344	Фториды неорганические плохо растворимые	0,2	0,03		2	0,001536	0,0077788	0	0,25929333

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0616	Ксилол	0,2			3	0,2013889	0,7393	3,6965	3,6965
0621	Толуол	0,6			3	0,0003244	0,0085252	0	0,01420867
0703	Бенз/а/пирен		0,000001		1	0,00017622	0,00146894	242051,009	1468,94
1078	Этиленгликоль			1		0,0555556	1,752	1,752	1,752
1325	Формальдегид	0,05	0,01		2	1,9648829	11,3727607	9389,1369	1137,27607
1710	Калий ксантогенат бутиловый	0,1	0,05		3	0,0138258	0,1554912	3,1098	3,109824
2704	Бензин	5	1,5		4	0,075	0,135	0	0,09
2732	Керосин			1,2		0,011135	0,000216	0	0,00018
2735	Масло минеральное нефтяное			0,05		0,3957764	12,1989692	243,9794	243,979384
2752	Уайт-спирит			1		0,096875	0,34875	0	0,34875
2754	Углеводороды предельные C12- C19	1			4	48,205567	313,797479	176,5975	313,797479
2902	Взвешенные вещества	0,5	0,15		3	0,6006283	6,59221706	43,9481	43,9481137
2907	Пыль неорг.: более 70% SiO <sub>2</sub>	0,15	0,05		3	0,072	0,05184	1,0368	1,0368
2908	Пыль неорганическая: 70-20% SiO <sub>2</sub>	0,3	0,1		3	103,6923468	1353,93674	13539,3674	13539,3674
2930	Пыль абразивная			0,04		0,0162	0,1927116	4,8178	4,81779
2978	Пыль из отходов резин			0,1		0,0204444	0,322368	3,2237	3,22368
	В С Е Г О :					429,7363209	4020,059985	611246,2	

## **2.6. Методы исследования**

**Методы исследований:** Моделирование и анализ расчетных приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере и оценка риска здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды с помощью программного комплекса «ЭРА» (далее программа).

Оценка риска базируется на расчётах рассеивания загрязняющих веществ выполненных на 2021 г. для объектов месторождения «Бозшаколь».

### **2.6.1 Моделирование и анализ расчетных приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере**

Расчет приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере для источников Бозшакольского горно-обогатительного комбината, расположенных на месторождении «Бозшаколь» выполнен программным комплексом «Эра V 2.0».

Программный комплекс «Эра» разработан ООО «Логос-плюс» (г. Новосибирск) для ПК и предназначен для решения широкого спектра задач в области охраны атмосферного воздуха.

Программа расчета приземных концентраций вредных веществ в атмосфере согласована ГГО им. А.И. Воейкова, г. Санкт-Петербург, рекомендована к использованию Министерством Охраны Окружающей Среды Республики Казахстан (№ 09-335 от 01.02.2002 г.).

Указанная программа реализует «Методику расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе от выбросов предприятий», Приложение №12 к приказу Министра окружающей среды и водных ресурсов РК от 12.06.2014 г. № 221-ө. Настоящая методика предназначена для расчета концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикального распределения концентраций [42]. Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным метеорологическим условиям, в том числе «опасными» скоростью и направлением ветра, встречающимися примерно в 1-2% случаев.

### **2.6.2 Условия проведения моделирования**

Моделирование рассеивания загрязняющих веществ от источников выбросов в настоящей работе выполняется с применением специально разработанной и утвержденной системы качественных и количественных критериев оценки, на основе достоверных сведений: о качественных и количественных характеристиках источников загрязнения, о климатических условиях района места размещения, о «фоновом» состоянии и других определяющих параметров воздушного бассейна.

При выполнении моделирования рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере использованы следующие исходные данные:

– Данные параметров источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, определенных по проектной документации и по предоставленным исходным данным [39];

– Данные по условиям рассеивания выбросов в атмосфере по данным Республиканского государственного предприятия «Казгидромет» (Приложение А).

Расчеты рассеивания максимальных приземных концентраций выполнены на теплый период года без учета фоновых концентраций (РГП «Казгидромет» №32-06-16/292 от 07.10.2015 г., Приложение А).

Критерием оценки качества атмосферного воздуха служат максимально-разовые предельно допустимые концентрации (ПДК<sub>мр</sub>) веществ. Предельно допустимые концентрации рассчитываются в приземном слое атмосферного воздуха с усреднением за период не более 20 минут как отдельные элементы (ПДК<sub>мр</sub>) или как суммация токсичного действия ряда загрязняющих веществ в определенном их сочетании, присутствующих в выбросах источников загрязнений.

При выполнении расчетов учтены коэффициенты рельефа местности, стратификации, значения температур, скорости ветра в соответствии с данными раздела 2.3 настоящей диссертации.

## **2.7. Общее описание метода оценки риска здоровью населения**

Программа реализует основные положения документа Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [36], (для Республики Казахстан, «Методические указания по оценке риска для здоровья населения химических факторов окружающей среды» [43]). Программа рассчитывает дополнительные риски для здоровья населения при воздействии химических веществ загрязняющих атмосферный воздух (ингаляционное воздействие).

Программа предназначена для использования совместно с ПК ЭРА и позволяет оценить риск для здоровья (вероятность развития у населения дополнительных неблагоприятных для здоровья эффектов в результате реального или потенциального загрязнения атмосферного воздуха).

Расчет уровней рисков от потенциального загрязнения производится на основе расчетных концентраций (максимальных и долгосрочных) и предусматривает предварительный расчет загрязнения атмосферы от существующих (потенциальных) источников по этим моделям [42, 43]. Уровни рисков могут быть определены по всем расчетным зонам, по которым производился расчет загрязнения.

### 2.7.1 Оценка риска по средним концентрациям загрязняющих веществ

Для химических веществ, обладающих канцерогенным эффектом, на основе долгосрочных концентраций рассчитываются уровни рисков канцерогенных эффектов. Для оценки канцерогенного риска применяется беспороговая модель, использующая фактор наклона (SF), характеризующий степень нарастания канцерогенного риска с увеличением воздействующей дозы на одну единицу. Фактор наклона имеет размерность (кг \* день)/мг. Этот показатель отражает верхнюю, консервативную оценку канцерогенного риска за ожидаемую продолжительность жизни человека (70 лет). Использован перечень веществ «Факторы канцерогенного потенциала», приложение 2 [36]. В этот перечень включены вещества с канцерогенным эффектом ингаляционного поступления в соответствии с международными рекомендациями и классами канцерогенности по U.S. EPA и МАИР.

Расчет индивидуального канцерогенного риска осуществляется с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала (фактор наклона). Для канцерогенных химических веществ дополнительная вероятность развития рака у индивидуума на всем протяжении жизни (CR) определяется как произведение среднесуточной дозы в течение жизни (LADD) на фактор наклона (SF). Умножив индивидуальный риск на численность исследуемой популяции (человек), получим популяционный канцерогенный риск (PCR), отражающий дополнительное число случаев злокачественных новообразований, способных возникнуть на протяжении жизни вследствие воздействия исследуемого фактора.

Индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или меньший  $10^{-6}$ , что соответствует одному дополнительному случаю серьезного заболевания или смерти на 1 млн. экспонированных лиц, характеризует такие уровни риска, как пренебрежимо малые; более  $10^{-6}$ , но менее  $10^{-4}$  соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска; более  $10^{-4}$ , но менее  $10^{-3}$  приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом; равный или более  $10^{-3}$  неприемлем ни для населения, ни для профессиональных групп,

На основе средних концентраций веществ рассчитываются так же уровни рисков неканцерогенных эффектов для хронических ингаляционных воздействий. Для оценки неканцерогенного риска применяется пороговая модель, использующая величины референтных (безопасных) доз или концентраций. В качестве основы нормативной базы референтных концентраций использован перечень веществ «Референтные концентрации для хронического ингаляционного воздействия», приложение 2 [36].

Численная оценка неканцерогенного риска (коэффициент опасности) определяется делением величины воздействующей концентрации на референтную. Если рассчитанный коэффициент опасности (HQ) вещества не

превышает единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов, при ежедневном поступлении вещества в течение жизни, незначительна и такое воздействие характеризуется как допустимое. Если коэффициент опасности превышает единицу, то вероятность возникновения вредных эффектов у человека существенна и возрастает пропорционально увеличению  $HQ$ .

### 3. Результаты исследования

#### 3.1. Результаты расчета уровня загрязнения атмосферы

Моделирование уровня загрязнения приземного слоя атмосферы, при эксплуатации объектов Бозшакольского горно-обогатительного комбината проводилось для летнего периода года, на штатный режим эксплуатации оборудования, с учетом залповых выбросов.

Расчет рассеивания проводился по расчетному прямоугольнику со следующими размерами: ширина 22 км, высота 28 км, шаг координатной сетки 500 м.

##### 3.1.1 Анализ результатов моделирования приземных концентраций загрязняющих веществ и уровня загрязнения атмосферы

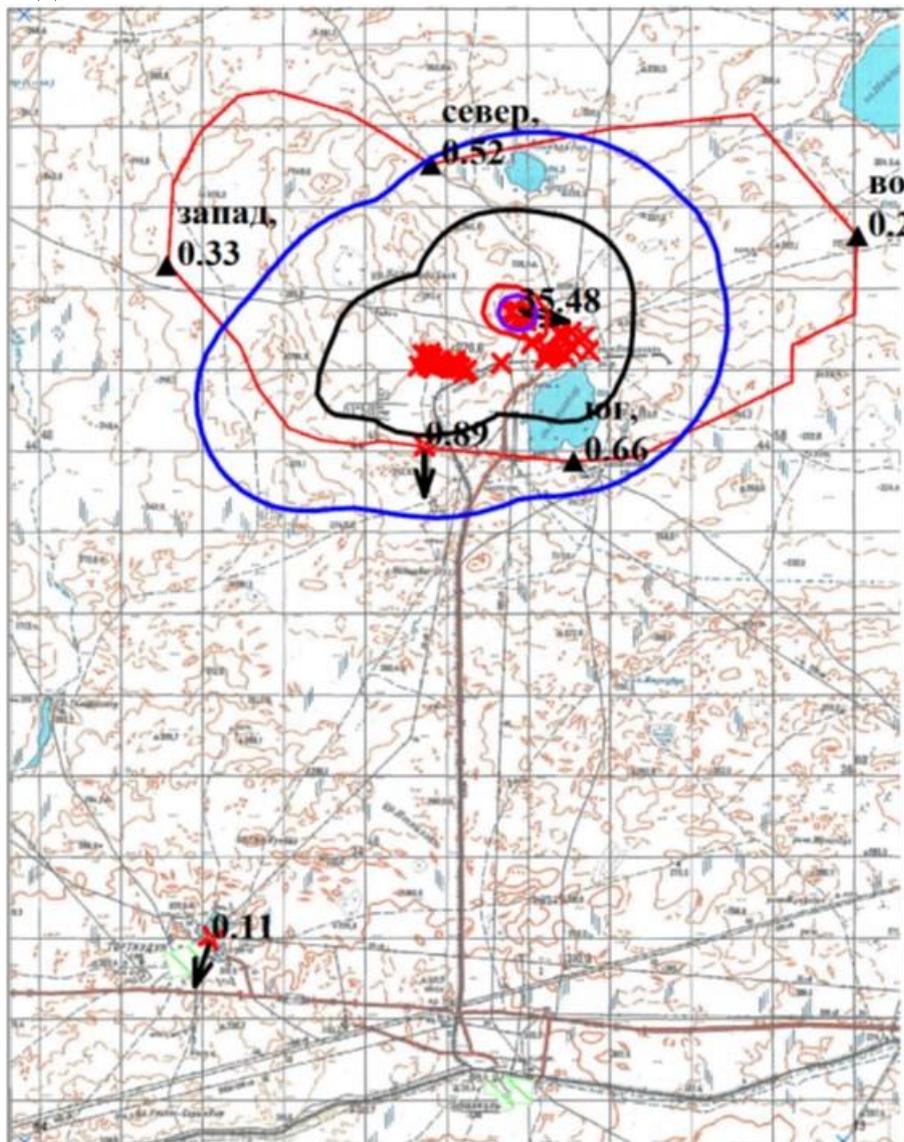
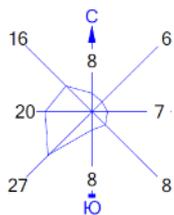
Моделирование уровня загрязнения атмосферы выполнено на максимально возможные выбросы с учетом одновременности работы оборудования.

Расчеты рассеивания показали, что из 35 загрязняющих веществ и 12 групп суммаций, максимальные приземные концентрации более 1 ПДК наблюдаются по 13 загрязняющим веществам и 9 группам суммаций, таких как:

- |  |  |
|--|--|
| – 0128 Негашеная известь;                              | – 2908 Пыль неорг.: 70-20% SiO <sub>2</sub> ;        |
| – 0271 Сернистый натрий;                               | – Группа суммации 04 0303 + 0333 + 1325;             |
| – 0301 Азота (IV) диоксид;                             | – Группа суммации 05 0303 + 1325;                    |
| – 0304 Азот (II) оксид;                                | – Группа суммации 28 0322 + 0330;                    |
| – 0328 Сажа;   | – Группа суммации 30 0330 + 0333;                    |
| – 0330 Сера диоксид;                                   | – Группа суммации 31 0301 + 0330;                    |
| – 0337 Углерод оксид;                                  | – Группа суммации 35 0330 + 0342;                    |
| – 0616 Ксилол;   | – Группа суммации 39 0333 + 1325;                    |
| – 0703 Бенз/а/пирен;                                   | – Группа суммации 41 0337 + 2908;                    |
| – 1325 Формальдегид;                                   | – Группа суммации ПЛ 2902 + 2907 + 2908 + 2930+2978. |
| – 2735 Масло минеральное нефтяное;                     |  |
| – 2754 Углеводороды C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub> ; |  |

По остальным загрязняющим веществам превышения санитарно – гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха не выявлено. Ни одно из загрязняющих веществ не достигает в расчетных точках концентрации в 1 ПДК. Результаты моделирования представлены на рисунках 3.1-5

Город/Объект: 050 месторождение «Бозшаколь»  
 ПК ЭРА v2.0, Модель: ОНД-86  
 0301 Азота (IV) диоксид



**Условные обозначения:**

-  Жилые зоны
-  Санитарно-защитная зона
-  Расчетные точки
-  Максимальное значение концентрации

Изолинии в долях ПДК

-  0.05 ПДК
-  0.50 ПДК
-  1.00 ПДК
-  5.00 ПДК
-  10.00 ПДК

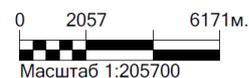
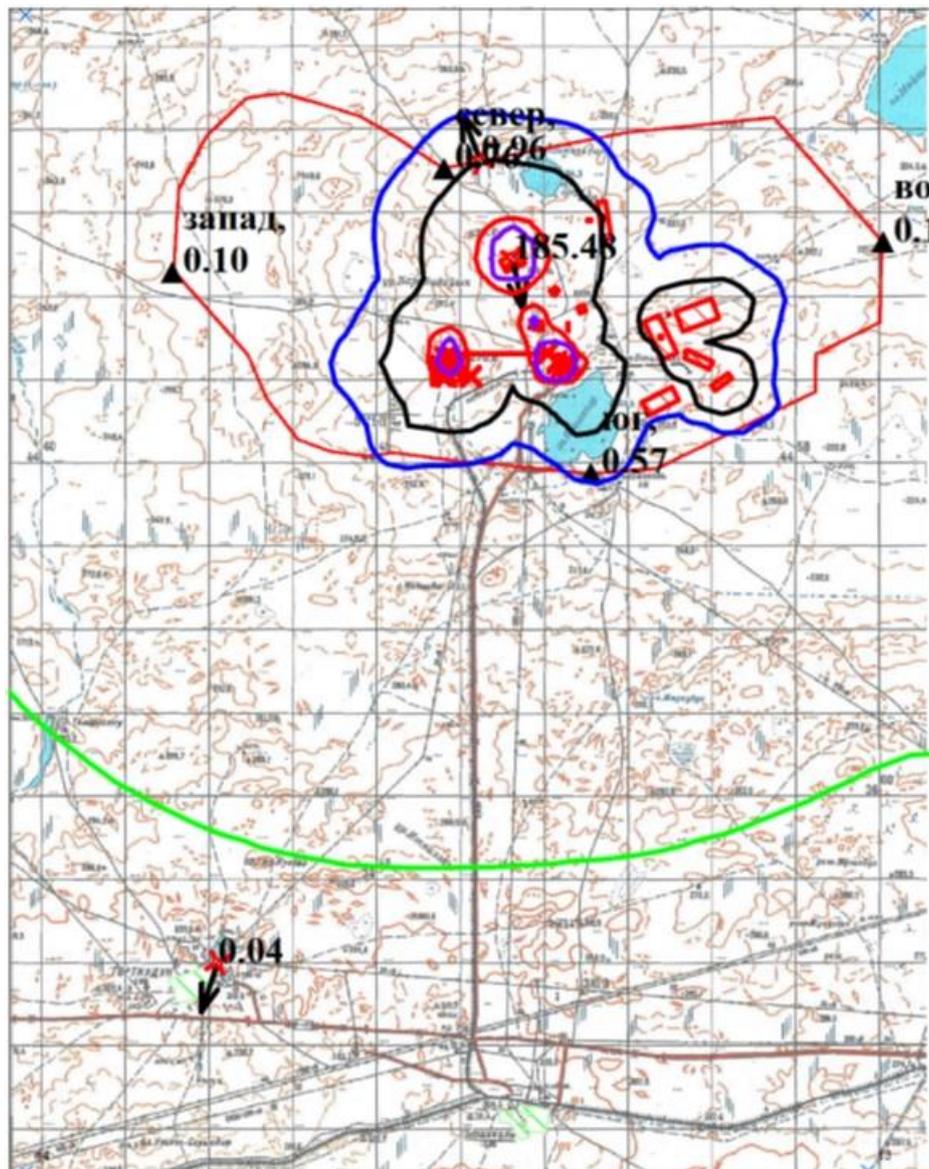
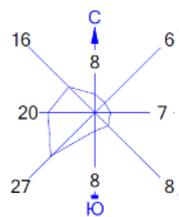


Рисунок 3.1 - Карта-схема изолиний по азоту диоксиду

Город/Объект: 050 месторождение «Бозшаколь»  
 ПК ЭРА v2.0, Модель: ОНД-86  
 2908 Пыль неорг.: 70-20% SiO<sub>2</sub>



**Условные обозначения:**

- |   |                                    |   |
|---|------------------------------------|---|
|  | Жилые зоны                         | Изолинии в долях ПДК  |
|  | Санитарно-защитная зона            |  0.05 ПДК  |
|  | Расчетные точки                    |  0.50 ПДК  |
|  | Максимальное значение концентрации |  1.00 ПДК  |
|   |                                    |  5.00 ПДК  |
|   |                                    |  10.00 ПДК |

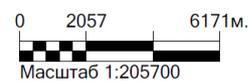
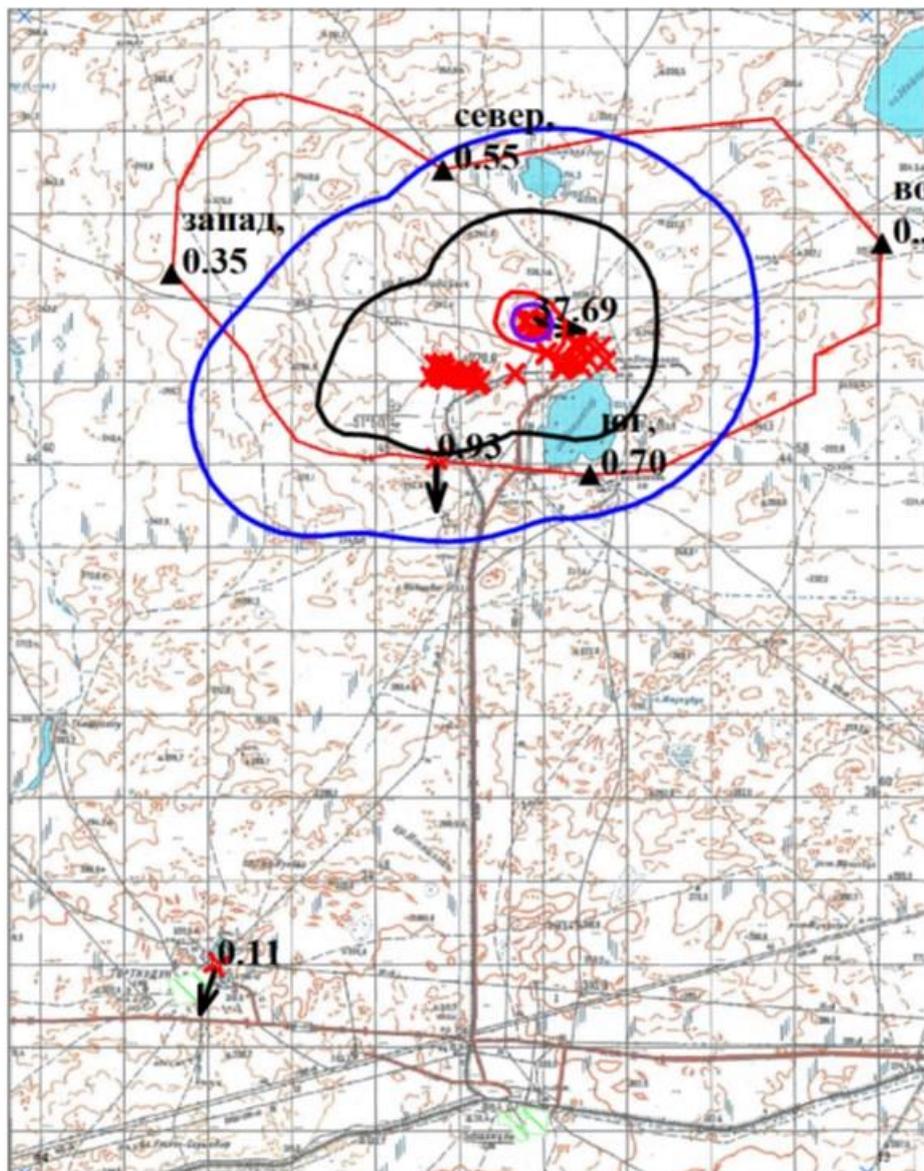
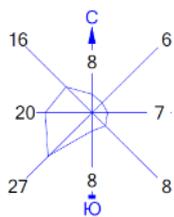


Рисунок 3.2 - Карта-схема изолиний по неорганической пыли

Город/Объект: 050 месторождение «Бозшаколь»  
 ПК ЭРА v2.0, Модель: ОНД-86  
 \_\_31 0301+0330



**Условные обозначения:**



Жилые зоны



Санитарно-защитная зона



Расчетные точки



Максимальное значение концентрации

Изолинии в долях ПДК

— 0.05 ПДК

— 0.50 ПДК

— 1.00 ПДК

— 5.00 ПДК

— 10.00 ПДК

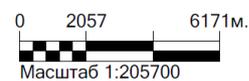
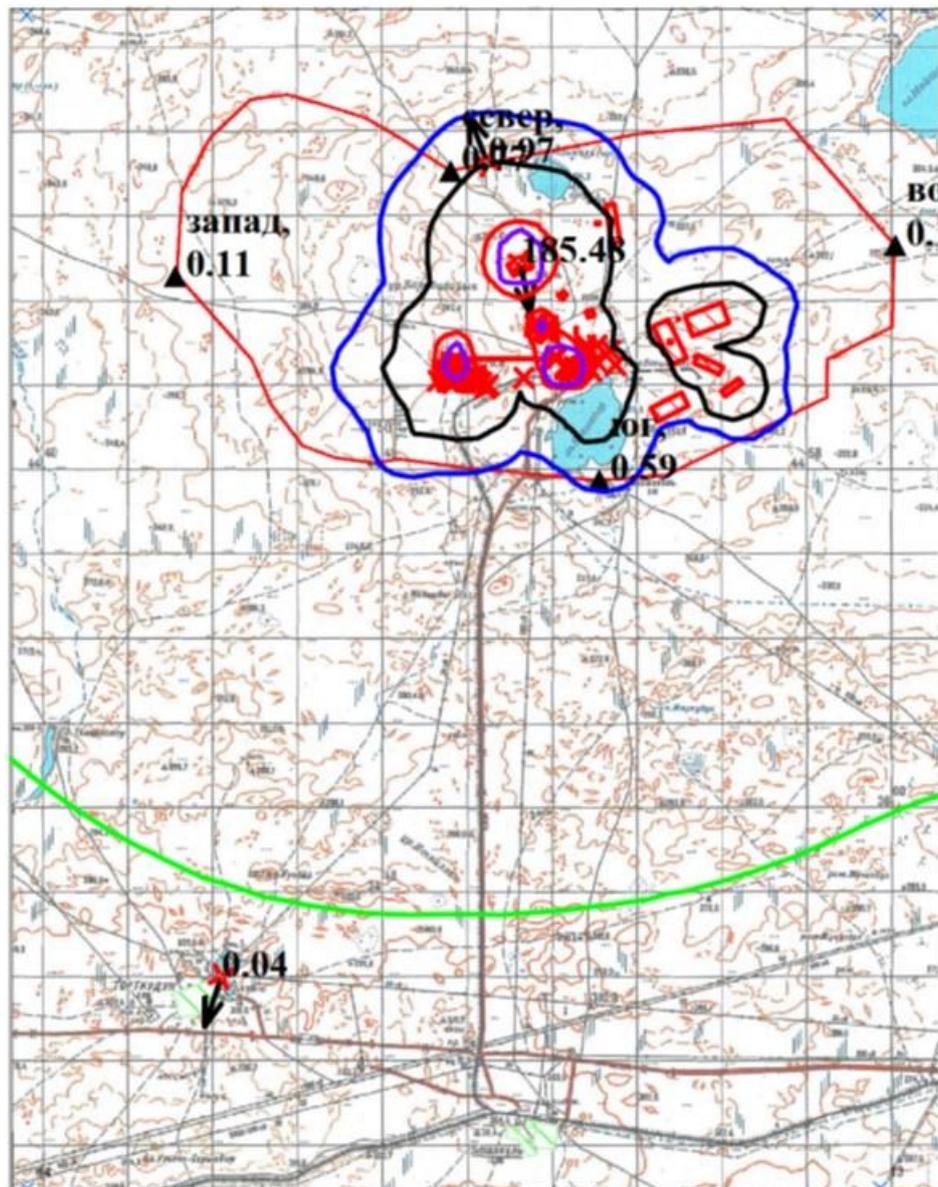
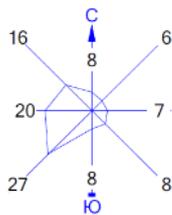


Рисунок 3.3 - Карта-схема изолиний по 31 группе суммации

Город/Объект: 050 месторождение «Бозшаколь»  
 ПК ЭРА v2.0, Модель: ОНД-86  
 \_\_41 0337+2908



**Условные обозначения:**



Жилые зоны



Санитарно-защитная зона



Расчетные точки



Максимальное значение концентрации

Изолинии в долях ПДК

0.05 ПДК

0.50 ПДК

1.00 ПДК

5.00 ПДК

10.00 ПДК

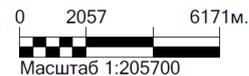
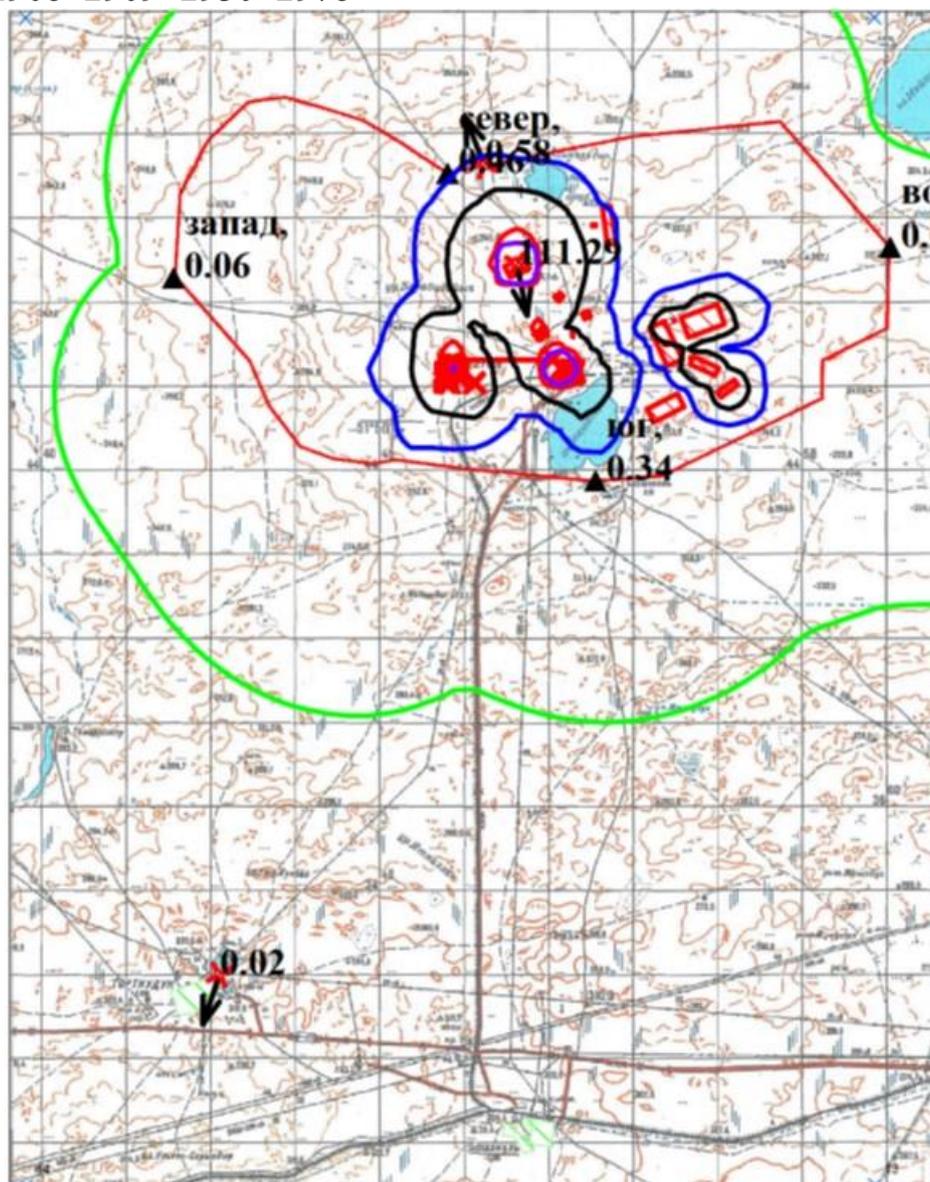
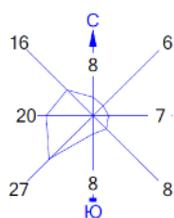


Рисунок 3.4 - Карта-схема изолиний по 41 группе суммации

Город/Объект: 050 месторождение «Бозшаколь»

ПК ЭРА v2.0, Модель: ОНД-86

ПЛ 2902+2907+2908+2909+2930+2978



**Условные обозначения:**



Жилые зоны



Санитарно-защитная зона



Расчетные точки



Максимальное значение концентрации

Изолинии в долях ПДК

0.05 ПДК

0.50 ПДК

1.00 ПДК

5.00 ПДК

10.00 ПДК



Рисунок 3.5 - Карта-схема изолиний по группе суммации пыли

### **3.2. Оценка риска здоровью населения по результатам моделирования загрязнения атмосферного воздуха в районе месторождения «Бозшаколь»**

Оценка риска здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды выполнена в соответствии с:

– «Методикой оценки рисков негативного воздействия факторов окружающей среды на состояние здоровья населения», утвержденной Приказом Министра здравоохранения МЗ РК № 304 от 14.05.2020 г.

– Руководством Р. 2.1.10.1920-04 «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

В данной магистерской диссертации рассмотрен ингаляционный путь воздействия на здоровье человека от загрязнения атмосферного воздуха выбросами при эксплуатации месторождения «Бозшаколь».

Оценка риска базируется на расчётах рассеивания загрязняющих веществ выполненных на 2021 г. для объектов месторождения «Бозшаколь».

Основные задачи работы:

– Идентификация опасности выбросов в атмосферу при эксплуатации месторождения «Бозшаколь».

– Оценка зависимости «доза-ответ».

– Определение ожидаемого количественного поступления приоритетных химических загрязнителей атмосферного воздуха в организм человека для установления и оценки величины, частоты и продолжительности воздействий загрязняющих веществ.

– Характеристика риска для здоровья населения.

#### **3.2.1 Идентификация опасности для здоровья населения от компонентов выбросов в атмосферу**

На первом этапе работы с целью выявления приоритетных химических веществ в зоне влияния выбросов объектов месторождения «Бозшаколь» был проведен наиболее полный анализ химических компонентов данных выбросов в атмосферный воздух (идентификация опасности).

Целью этапа идентификации опасности является выявление специфических химических веществ, которые способны оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека. При идентификации опасности в первую очередь отбираются наиболее токсичные соединения, представляющие наибольшую угрозу для здоровья человека.

Ведущими критериями для отбора приоритетных (индикаторных) загрязняющих веществ являются их токсические свойства, распространенность в окружающей среде и вероятность их воздействия на человека; количество вещества, поступающего в окружающую среду; высокая

стойкость (персистентность); способность к биоаккумуляции; опасность для здоровья человека, т.е. способность вызывать негативные эффекты в организме (необратимые, отдаленные, обладающие высокой медико-социальной значимостью); численность населения, потенциально подверженного воздействию.

### 3.2.2 Количественная и качественная характеристика выбросов в атмосферный воздух

На первом этапе работы, с целью выявления приоритетных химических веществ в зоне влияния выбросов объектов ГОК был проведен наиболее полный анализ химических компонентов данных выбросов в атмосферный воздух (идентификация опасности). Всего для анализа было представлено 34 загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух.

Суммарные валовые выбросы многих веществ были низкими и в дальнейшем, могут не представлять практического интереса. В этой связи на этапе идентификации опасности следует провести ранжирование химических веществ по валовым выбросам.

Ранжирование выбрасываемых веществ в атмосферу от источников объектов ГОК проводилось по долевого вкладу в суммарный выброс (%), результаты которого представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Вещество	Cas	Используемый критерий и его значение (мг/ м <sup>3</sup> )			Класс опасности	Суммарный выброс, (т/год)	Доля выброса (%)
		ПДК <sub>м.р.</sub>	ПДК <sub>с.с</sub>	ОБУВ			
1	2	3	4	5	6	7	8
1. [2908] Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, пыль цементного производства - глина, глинистый сланец, доменный шлак, пе&		0.3	0.1	-	3	1353.937	33.68%
2. [0337] Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ) (584)	630-08-0	5.0	3.0	-	4	715.506	17.80%
3. [0301] Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)	10102-44-0	0.2	0.04	-	2	714.889	17.78%

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
4. [0128] Кальций оксид (Негашеная известь) (635*)	1305-78-8	-	-	0.3	0	578.063	14.38%
5. [2754] Алканы C12-19 /в пересчете на C/ (Углеводороды предельные C12-C19 (в пересчете на C); Растворитель РПК-265П) (10)		1.0	-	-	4	313.797	7.81%
6. [0330] Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)	7446-09-5	0.5	0.05	-	3	122.849	3.06%
7. [0304] Азот (II) оксид (Азота оксид) (6)	10102-43-9	0.4	0.06	-	3	114.383	2.85%
8. [0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)	1333-86-4	0.15	0.05	-	3	64.286	1.60%
9. [2735] Масло минеральное нефтяное (веретенное, машинное, цилиндрическое и др.) (716*)	8012-95-1	-	-	0.05	0	12.199	0.30%
10. [1325] Формальдегид (Метаналь) (609)	50-00-0	0.05	0.01	-	2	11.373	0.28%
11. [0271] диНатрий сульфид (886*)	1313-82-2	-	-	0.01	0	7.813	0.19%
12. [2902] Взвешенные частицы (116)		0.5	0.15	-	3	6.592	0.16%
13. [1078] Этан-1,2-диол (Гликоль, Этиленгликоль) (1444*)	107-21-1	-	-	1.0	0	1.752	0.04%
14. [0616] Диметилбензол (смесь о-, м-, п-изомеров) (203)	1330-20-7	0.2	-	-	3	0.7393	0.02%
15. [2752] Уайт-спирит (1294*)	8052-41-3	-	-	1.0	0	0.34875	0.01%

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
16. [0123] Железо (II, III) оксиды (ди)Железо триоксид, Железа оксид) /в пересчете на железо/ (274)	1309-37-1	-	0.04	-	3	0.331943	0.01%
17. [2978] Пыль тонко измельченного резинового вулканизата из отходов подошвенных резин (1090*)		-	-	0.1	0	0.322368	0.01%
18. [2930] Пыль абразивная (Корунд белый, Монокорунд) (1027*)		-	-	0.04	0	0.192712	0.00%
19. [0333] Сероводород (Дигидросульфид) (518)	7783-06-4	0.008	-	-	2	0.177636	0.00%
20. [1710] Бутилдитиокарбонат калия (Калий ксантогенат бутиловый) (112)	871-58-9	0.1	0.05	-	3	0.155491	0.00%
21. [2704] Бензин (нефтяной, малосернистый) /в пересчете на углерод/ (60)	8032-32-4	5.0	1.5	-	4	0.135	0.00%
22. [0302] Азотная кислота (5)	7697-37-2	0.4	0.15	-	2	0.05256	0.00%
23. [2907] Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: более 70 (Динас) (493)		0.15	0.05	-	3	0.05184	0.00%
24. [0316] Гидрохлорид (Соляная кислота, Водород хлорид) (163)	7647-01-0	0.2	0.1	-	2	0.047478	0.00%

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
25. [0143] Марганец и его соединения /в пересчете на марганца (IV) оксид/ (327)	7439-96-5	0.01	0.001	-	2	0.024234	0.00%
26. [0342] Фтористые газообразные соединения /в пересчете на фтор/ (617)	7664-39-3	0.02	0.005	-	2	0.016719	0.00%
27. [0621] Метилбензол (349)	108-88-3	0.6	-	-	3	0.008525	0.00%
28. [0344] Фториды неорганические плохо растворимые - (алюминия фторид, кальция фторид, натрия гексафторалюминат) (Фториды неорганические плохо растворимые /в п&)		0.2	0.03	-	2	0.007779	0.00%
29. [0303] Аммиак (32)	7664-41-7	0.2	0.04	-	4	0.005172	0.00%
30. [0322] Серная кислота (517)	7664-93-9	0.3	0.1	-	2	0.002818	0.00%
31. [0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)	50-32-8	-	0.000001	-	1	0.001469	0.00%
32. [0203] Хром /в пересчете на хром (VI) оксид/ (Хром шестивалентный) (647)	18540-29-9	-	0.0015	-	1	0.000321	0.00%
33. [2732] Керосин (654*)	8008-20-6	-	-	1.2	0	0.000216	0.00%
34. [0334] Сероуглерод (519)	75-15-0	0.03	0.005	-	2	5.26E-05	0.00%
Всего :						4020.06	1

Из общего валового выброса загрязняющих веществ в атмосферу 33.68% приходится на пыль неорганическую; 17.80% – на углерод оксид; 17.78% – на азота (IV) диоксид; 14.38% – на кальций оксид; 7.81% - на углеводороды предельные C12-C19; 3.06% - на сера диоксид; 2.85% - азот (II) оксид; 1.60% - на углерод (сажа). Согласно Информационному письму № И/109-111 РФ от

07.08.97, одним из используемых критериев для определения списка приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, с учетом их влияния на здоровье населения, является суммарный выброс веществ, составляющий не менее 90% от всех выбросов в атмосферу.

На указанные 8 вещества как раз и приходится более 90% (98,95%) от общего суммарного выброса.

Из таблицы 3.1 видно, что доля выбросов большинства веществ (76,47%) от общего суммарного не представляет практического интереса, так как они дают всего 1% от суммарного выброса, т.е. выбросы в т/год незначительны относительно суммарного выброса.

Указанные факты на данном этапе уже определяют предварительный список приоритетных веществ для последующей оценки рисков здоровью населения, проживающего и работающего в регионе размещения объектов месторождения «Бозшаколь».

Но, тем не менее, окончательное суждение о приоритетности отобранных веществ делается после предварительного расчета прогнозируемых уровней загрязнения с помощью моделирования рассеивания компонентов выбросов.

В анализируемом списке выбросов присутствуют: 2 чрезвычайно опасных веществ (класс 1), 10 высокоопасных вещества (класс 2), 10 вещество - умеренно опасное (класс 3), 4 малоопасных веществ (класс 4) и 8 веществ с неустановленным классом опасности (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Выбросы загрязняющих веществ по классам опасности

Количество выбрасываемых веществ	Класс опасности	Выброс	
		т/год	%
2	1	0.00179	0.00004
10	2	726.5913	18.07
10	3	1663.334	41.38
4	4	1029.443	25.61
8	ОБУВ	600.691	14.94
Всего: 34	Все классы	4020.061	100.00

Как видно из таблицы 3.2, основную долю выбросов в атмосферный воздух от источников БГОК составляют высокоопасные, умеренно и малоопасные вещества (2, 3, 4). На долю чрезвычайно опасных выбросов приходится 0.00004%.

Для решения задач оценки риска на этапе идентификации опасности дополнительно анализируется информация о показателях опасности канцерогенного и неканцерогенного воздействия химических веществ на организм человека.

### 3.2.3 Анализ информации о показателях опасности канцерогенного действия химических веществ

Анализ информации о показателях опасности химических канцерогенов основан на установлении степени доказанности канцерогенности исследуемого вещества для человека. Для установления степени доказанности канцерогенности обобщались российские и зарубежные данные. Основными источниками сведений о наличии у исследуемого вещества канцерогенных свойств для человека являлись:

– материалы Агентства США по охране окружающей среды (U.S.EPA) (<http://www.epa.gov>);

– базы данных Международного агентства по изучению рака (МАИР) (<http://www.iarc.fr>).

В качестве потенциальных химических канцерогенов на данном этапе рассматривались 3 вещества, относящихся к группам 1, 2А, 2В по классификации МАИР, и А, В1, В2, D – по классификации U.S.EPA.

Далее были установлены факторы канцерогенного потенциала при ингаляционном (SF<sub>i</sub>) воздействии.

Обобщенные данные о наличии канцерогенных эффектов у исследуемых веществ представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Сведения о показателях опасности развития канцерогенных эффектов

Вещество	CAS	Ингаляционное воздействие			
		МАИР	EPA	SFi, (кг x сут.)/мг	Uri, м <sup>3</sup> /мг
1. [0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)	1333-86-4	1		3.1	0.9424
2. [0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)	50-32-8	2А	В2	3.1	0.9424
3. [1325] Формальдегид (Метаналь) (609)	50-00-0	2А	В1	0.046	0.013984

Примечание - МАИР – база данных Международного агентства по изучению рака; U.S.EPA – база данных Агентства по охране окружающей среды США.

В соответствии с классификацией МАИР сажа относится к 1 классу опасности (вещества, имеющие достаточные доказательства канцерогенного потенциала для человека); бенз/а/пирен и формальдегид – к классу 2А (вероятные канцерогены для человека).

В соответствии с классификацией U.S.EPA сажа не относится к канцерогенам; формальдегид относится к группе канцерогенов с ограниченной доказанностью для человека (группа В1); бенз(а)пирен - канцерогены с недостаточной доказанностью для человека и достаточной для животных (группа В2).

Таким образом, исследуемые канцерогенные вещества имеют не совпадающие оценки по степени канцерогенности. В качестве потенциальных химических канцерогенов при оценке риска принимались вещества, относящиеся к группам 1 и 2А по классификации МАИР и (или) к группам А и В1 по классификации U.S.EPA. Оценка канцерогенного риска возможна для 3 (бенз/а/пирен, сажа, формальдегид) из 3 веществ, классифицируемых как канцерогены по той или иной классификации.

### 3.2.4 Анализ информации о показателях неканцерогенной опасности химических веществ

При оценке риска развития неканцерогенных эффектов, как правило, используются референтные уровни воздействия (референтные дозы и концентрации) химических веществ. В этой связи, для оценки неканцерогенных эффектов на этапе идентификации опасности проводился анализ наличия данных о референтных концентрациях хронических воздействиях химических веществ на организм человека.

Референтная концентрация – суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учетом всех имеющихся современных данных и, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения. Считается, что чем больше воздействующая доза или концентрация превосходит референтную, тем выше вероятность появления вредных ответов.

Одновременно были определены критические органы, системы и эффекты, которые соответствуют установленным референтным концентрациям.

Информация об опасности развития неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии обобщена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Сведения о показателях опасности развития неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии химических веществ

Вещество	CAS	RFC, мг/м <sup>3</sup>	Критические органы воздействия	Источник данных
1	2	3	4	5
1. [0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)	50-32-8	0.000001	иммунная система, развитие	Приказ Председателя Комитета ГСЭН N117 от 28 декабря 2007 г.; Органы-мишени канцерогенного воздействия - по данным МАИР

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5
2. [0203] Хром /в пересчете на хром (VI) оксид/ (Хром шестивалентный) (647)	18540-29-9	0.0001	органы дыхания	Приказ Председателя Комитета ГСЭН N117 от 28 декабря 2007 г.; Органы-мишени канцерогенного воздействия - по данным МАИР; Оценка риска воздействия на здоровье населения химических факторов окружающей среды. - Алматы, 2004. - 42 с.
3. [0143] Марганец и его соединения /в пересчете на марганца (IV) оксид/ (327)	7439-96-5	0.00005	ЦНС, нервная система, органы дыхания	Приказ Председателя Комитета ГСЭН N117 от 28 декабря 2007 г.
4. [0333] Сероводород (Дигидросульфид) (518)	7783-06-4	0.001	органы дыхания	Приказ Председателя Комитета ГСЭН N117 от 28 декабря 2007 г.; Оценка риска воздействия на здоровье населения химических факторов окружающей среды. - Алматы, 2004. - 42 с.
5. [0322] Серная кислота (517)	7664-93-9	0.001	органы дыхания	"Руководство..." 2.1.10.1920-04
6. [1325] Формальдегид (Метаналь) (609)	50-00-0	0.003	органы дыхания, глаза, иммунная система	Приказ Председателя Комитета ГСЭН N117 от 28 декабря 2007 г.; Органы-мишени канцерогенного воздействия - по данным МАИР
7. [2907] Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: более 70 (Динас) (493)		0.003	органы дыхания	"Руководство..." 2.1.10.1920-04
8. [2732] Керосин (654*)	8008-20-6	0.01	печень	"Руководство..." 2.1.10.1920-04
9. [0344] Фториды неорганические плохо растворимые - (алюминия фторид, кальция фторид, натрия гексафторалюминат)		0.013	органы дыхания, костная система, зубы	"Руководство..." 2.1.10.1920-04

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5
10. [2908] Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20		0.1	иммунная система, органы дыхания	"Руководство..." 2.1.10.1920-04
11. [0330] Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)	7446-09-5	0.08	органы дыхания, смертность	Оценка риска воздействия на здоровье населения химических факторов окружающей среды. - Алматы, 2004. - 42 с.
12. [0304] Азот (II) оксид (Азота оксид) (6)	10102-43-9	0.06	органы дыхания, кровь	Приказ Председателя Комитета ГСЭН N117 от 28 декабря 2007 г.
13. [0301] Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)	10102-44-0	0.04	органы дыхания, кровь	Приказ Председателя Комитета ГСЭН N117 от 28 декабря 2007 г.; Оценка риска воздействия на здоровье населения химических факторов окружающей среды. - Алматы, 2004. - 42 с.
14. [2735] Масло минеральное нефтяное (веретенное, машинное, цилиндрическое и др.) (716*)	8012-95-1	0.05	органы дыхания, печень, почки	"Руководство..." 2.1.10.1920-04; Органы-мишени канцерогенного воздействия - по данным МАИР
15. [0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)	1333-86-4	0.05	органы дыхания, системные заболевания, зубы	Приказ Председателя Комитета ГСЭН N117 от 28 декабря 2007 г.; Органы-мишени канцерогенного воздействия - по данным МАИР
16. [2902] Взвешенные частицы (116)		0.1	органы дыхания, смертность	Оценка риска воздействия на здоровье населения химических факторов окружающей среды. - Алматы, 2004. - 42 с.
17. [2704] Бензин (нефтяной, малосернистый) /в пересчете на углерод/ (60)	8032-32-4	0.071	ЦНС, глаза, органы дыхания, печень, почки	"Руководство..." 2.1.10.1920-04
18. [0616] Диметилбензол (смесь о-, м-, п- изомеров) (203)	1330-20-7	0.1	ЦНС, органы дыхания, почки, печень	"Руководство..." 2.1.10.1920-04

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5
19. [0342] Фтористые газообразные соединения /в пересчете на фтор/ (617)	7664-39-3	0.03	костная система, органы дыхания	Оценка риска воздействия на здоровье населения химических факторов окружающей среды. - Алматы, 2004. - 42 с.
20. [0316] Гидрохлорид (Соляная кислота, Водород хлорид) (163)	7647-01-0	0.02	органы дыхания	"Руководство..." 2.1.10.1920-04
21. [0303] Аммиак (32)	7664-41-7	0.1	органы дыхания	Оценка риска воздействия на здоровье населения химических факторов окружающей среды. - Алматы, 2004. - 42 с.
22. [0302] Азотная кислота (5)	7697-37-2	0.04	органы дыхания	"Руководство..." 2.1.10.1920-04
23. [0123] Железо (II, III) оксиды (диЖелезо триоксид, Железа оксид) /в пересчете на железо/ (274)	1309-37-1	0.04		"Руководство..." 2.1.10.1920-04
24. [2752] Уайт-спирит (1294*)	8052-41-3	1.0	ЦНС	"Руководство..." 2.1.10.1920-04
25. [1078] Этан-1,2-диол (Гликоль, Этиленгликоль) (1444*)	107-21-1	0.4	органы дыхания, почки, развитие	"Руководство..." 2.1.10.1920-04
26. [0621] Метилбензол (349)	108-88-3	0.4	ЦНС, развитие, органы дыхания	"Руководство..." 2.1.10.1920-04
27. [0334] Сероуглерод (519)	75-15-0	0.7	ЦНС, развитие	"Руководство..." 2.1.10.1920-04
28. [0337] Углерод оксид (Оксид углерода, Угарный газ) (584)	630-08-0	3.0	кровь, сердечно-сосудистая система, развитие, ЦНС	Приказ Председателя Комитета ГСЭН N117 от 28 декабря 2007 г.; Оценка риска воздействия на здоровье населения химических факторов окружающей среды. - Алматы, 2004. - 42 с.

Как видно из данных таблицы 3.4 химические вещества имели референтные концентрации для хронического ингаляционного воздействия (RfC). При этом, из них 21 химических веществ имеют направленность

действия на органы дыхания, 7 – на ЦНС, 1 – на сердечно-сосудистую систему, 2– на кровь.

Таким образом, по опасности развития неканцерогенных эффектов анализируемые вещества в выбросах объектов БГОК, в соответствии с установленными референтными концентрациями при хронических ингаляционных воздействиях, по направленности действия являются критическим в отношении органов дыхания.

После проведения анализа сведений об опасности канцерогенных и неканцерогенных веществ определялся список химических веществ, включенных для дальнейшей оценки риска.

Согласно данным, представленным в таблице 3.5, из всего первоначально анализируемого 34 химических веществ было отобрано 15 веществ, которые обладали соответствующие параметры оценки риска.

В указанный список не было включено 19 веществ, из них на 4 веществ отсутствовали адекватные данные о биологическом действии и референтные концентрации, что послужило основанием их исключения из списка анализируемых веществ. На остальные 15 веществ не производились расчеты, из-за низкого предела обнаружения в расчетном прямоугольнике.

Таблица 3.5 - Химические вещества, проанализированные на этапе идентификации опасности

Вещество	CAS	Причина включения в список	Причина исключения из списка
1	2	3	4
1. [0203] Хром /в пересчете на хром (VI) оксид/ (Хром шестивалентный) (647)	18540-29-9		расчет не проводился за 2021
2. [0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)	1333-86-4	расчет по SFI, RfC	
3. [0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)	50-32-8	расчет по SFI, RfC	
4. [1325] Формальдегид (Метаналь) (609)	50-00-0	расчет по SFI, RfC	
5. [2704] Бензин (нефтяной, малосернистый) /в пересчете на углерод/ (60)	8032-32-4		расчет не проводился за 2021
6. [0143] Марганец и его соединения /в пересчете на марганца (IV) оксид/ (327)	7439-96-5	расчет по RfC	
7. [0333] Сероводород (Дигидросульфид) (518)	7783-06-4	расчет по RfC	
8. [0322] Серная кислота (517)	7664-93-9		расчет не проводился за 2021

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4
9. [2907] Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: более 70 (Динас) (493)			расчет не проводился за 2021
10. [2732] Керосин (654*)	8008-20-6		расчет не проводился за 2021
11. [0344] Фториды неорганические плохо растворимые - (алюминия фторид, кальция фторид, натрия гексафторалюминат) (Фториды неорганические плохо растворимые /в п&		расчет по RfC	
12. [2908] Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, пыль цементного производства - глина, глинистый сланец, доменный шлак, пе&		расчет по RfC	
13. [0330] Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)	7446-09-5	расчет по RfC	
14. [0304] Азот (II) оксид (Азота оксид) (6)	10102-43-9	расчет по RfC	
15. [0301] Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)	10102-44-0	расчет по RfC	
16. [2735] Масло минеральное нефтяное (веретенное, машинное, цилиндрическое и др.) (716*)	8012-95-1	расчет по RfC	
17. [2902] Взвешенные частицы (116)		расчет по RfC	
18. [1710] Бутилдитиокарбонат калия (Калий ксантогенат бутиловый) (112)	871-58-9		нет данных о вредных эффектах
19. [0616] Диметилбензол (смесь о-, м-, п-изомеров) (203)	1330-20-7		расчет не проводился за 2021
20. [0342] Фтористые газообразные соединения /в пересчете на фтор/ (617)	7664-39-3	расчет по RfC	
21. [0316] Гидрохлорид (Соляная кислота, Водород хлорид) (163)	7647-01-0		расчет не проводился за 2021
22. [0303] Аммиак (32)	7664-41-7		расчет не проводился за 2021
23. [0302] Азотная кислота (5)	7697-37-2		расчет не проводился за 2021
24. [0123] Железо (II, III) оксиды (диЖелезо триоксид, Железа оксид) /в пересчете на железо/ (274)	1309-37-1	расчет по RfC	

1	2	3	4
25. [2754] Алканы C12-19 /в пересчете на C/ (Углеводороды предельные C12-C19 (в пересчете на C); Растворитель РПК-265П) (10)			нет данных о вредных эффектах
26. [2752] Уайт-спирит (1294*)	8052-41-3		расчет не проводился за 2021
27. [1078] Этан-1,2-диол (Гликоль, Этиленгликоль) (1444*)	107-21-1		расчет не проводился за 2021
28. [0621] Метилбензол (349)	108-88-3		расчет не проводился за 2021
29. [0334] Сероуглерод (519)	75-15-0		расчет не проводился за 2021
30. [2978] Пыль тонко измельченного резинового вулканизата из отходов подошвенных резин (1090*)			расчет не проводился за 2021
31. [2930] Пыль абразивная (Корунд белый, Монокорунд) (1027*)			нет данных о вредных эффектах
32. [0337] Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ) (584)	630-08-0	расчет по RfC	
33. [0271] диНатрий сульфид (886*)	1313-82-2		нет данных о вредных эффектах
34. [0128] Кальций оксид (Негашеная известь) (635*)	1305-78-8		расчет не проводился за 2021

### 3.2.5 Ранжирование выбросов

С целью взаимного сравнения перечня химических веществ для последующей оценки риска на этапе идентификации опасности было проведено их ранжирование. Были рассчитаны коэффициенты сравнительной канцерогенной опасности (HRIc) и индексы сравнительной неканцерогенной опасности (HRI). В связи с тем, что население под воздействием рассматривается в целом, при расчётах HRIc и HRI показатель «P/10000» не учитывался.

Канцерогенные вещества ранжировались по величине суммарной годовой эмиссии и весового коэффициента канцерогенного эффекта ( $W_c$ ), устанавливаемого в зависимости от значений фактора канцерогенного потенциала и группы канцерогенности по классификации МАИР и U.S. EPA. Для канцерогенов вычислялся ранговый индекс канцерогенной опасности (HRI<sub>канц.</sub>) по формуле:

$$HRI_{канц.} = E \times W_c \times P / 10000, (1)$$

где:

$W_c$  – весовой коэффициент канцерогенной опасности (Таблица 3.6);

$P$  – численность популяции под воздействием;

$E$  – величина условной экспозиции (объем выброса).

Таблица 3.6 - Весовые коэффициенты для оценки канцерогенных эффектов ( $W_c$ )

Фактор канцерогенного потенциала, мг/кг	Группа канцерогенности по классификации U.S. EPA	
	A/B	C
< 0,005	10	1
0,005 - 0,05	100	10
0,05 - 0,5	1000	100
0,5 - 5	10000	1000
5 - 50	100000	10000
> 50	1000000	100000

Примечание - A/B – вещества, канцерогенные или вероятно канцерогенные для человека (группы 1-2 по классификации МАИР), С – возможные канцерогены для человека (вещества, канцерогенные для лабораторных животных).

К ранжированию подвергаются только 3 канцерогена - сажа, бенз/а/пирен и формальдегид. Результаты ранжирования канцерогенных веществ представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Ранжирование веществ, обладающих канцерогенным действием

Вещество	Смах (ср.год.) , мг/м <sup>3</sup>	Выбросы , т/год	Канцерогенная опасность (по МАИР*)	Индекс сравнительной опасности, HRI <sub>c</sub>	Вклад в суммарный HRI <sub>c</sub> , %	Ранг по HRI <sub>c</sub>
1. [0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)	0.00015 1	64.286	1	0.02	66.23	1
2. [0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)	0.0	0.001469	2А	0.01	33.11	2
3. [1325] Формальдегид (Метаналь) (609)	0.00003 8	11.373	2А	0.0002	0.66	3

Как видно из таблицы, из трех канцерогенов наибольшую канцерогенную опасность представляет сажа (дает более 66% HRI<sub>канц</sub>). Вклад бенз/а/пирен составил 33 %, вклад формальдегида самый низкий и дает менее 1 %.

Предположительно, по результатам ранжирования и ввиду высокой опасности канцерогенов для здоровья, все 3 канцерогена должны быть включены в последующую оценку риска.

Согласно проведенному анализу информации о показателях неканцерогенной опасности химических веществ ранжированию подвергались 15 веществ, на которые имелись соответствующие параметры для проведения оценки риска.

Результаты ранжирования неканцерогенов по индексу опасности приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 - Ранжирование химических веществ по индексу сравнительной неканцерогенной опасности

Вещество	С <sub>мах</sub> (ср.год.), мг/м <sup>3</sup>	Выбросы, т/год	ПДК <sub>сс</sub> , мг/м <sup>3</sup>	RFC, мг/м <sup>3</sup>	HRI, индекс	Вклад в суммарный HRI, %	Ранг по HRI
1	2	3	4	5	6	7	8
1. [0143] Марганец и его соединения /в пересчете на марганца (IV) оксид/ (327)	0.000006	0.024234	0.001	0.00005	1.0	46.51	1
2. [0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)	0.0	0.001469	0.000001	0.000001	1.0	46.51	2
3. [0333] Сероводород (Дигидросульфид) (518)	0.000001	0.177636	-	0.001	0.1	4.65	3
4. [1325] Формальдегид (Метаналь) (609)	0.0000038	11.373	0.01	0.003	0.02	0.93	4
5. [0344] Фториды неорганические плохо растворимые - (алюминия фторид, кальция фторид, натрия гексафторалюминат)	0.000002	0.007779	0.03	0.013	0.01	0.47	5

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8
6. [2908] Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20	0.00047 9	1353.937	0.1	0.1	0.004	0.19	6
7. [0330] Сера диоксид	0.00030 3	122.849	0.05	0.08	0.003	0.14	7
8. [0304] Азот (II) оксид (Азота оксид) (6)	0.00035 4	114.383	0.06	0.06	0.003	0.14	8
9. [0301] Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)	0.00224 8	714.889	0.04	0.04	0.003	0.14	9
10. [2735] Масло минеральное нефтяное	0.00002 1	12.199	-	0.05	0.002	0.09	10
11. [0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)	0.00015 1	64.286	0.05	0.05	0.002	0.09	11
12. [2902] Взвешенные частицы (116)	0.00032 6	6.592	0.15	0.1	0.001	0.05	12
13. [0342] Фтористые газообразные соединения /в пересчете на фтор/ (617)	0.00000 1	0.016719	0.005	0.03	0.001	0.05	13
14. [0123] Железо (II, III) оксиды (диЖелезо триоксид, Железа оксид) /в пересчете на железо/ (274)	0.00015 7	0.331943	0.04	0.04	0.001	0.05	14
15. [0337] Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ) (584)	0.00189	715.506	3.0	3.0	0.0000 3	0.00	15
Суммарный HRI					0.0050 3	100.0	

Как видно из таблицы, приоритетными соединениями из перечня веществ, обладающих не канцерогенными свойствами, могут быть такие как марганец и его соединения, бенз/а/пирен и сероводород, так как в сумме их

значений HRI ( $\Sigma HR=97,67\%$ ) составили более 95% от всего суммарного индекса сравнительной неканцерогенной опасности.

Таким образом, после проведения идентификации всех выбросов объектов БГОК, предположительно, можно представить список приоритетных соединений. После представления сведений об опасности развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов и определения индексов опасностей (HRIc и HRI), для проведения дальнейшей процедуры исследования, из первоначального списка химических соединений (34) было отобрано 15 химических веществ, обладающих неканцерогенным действием, а также 3 канцерогенов.

Однако, в связи с предельно низким удельным весом валовых выбросов многих веществ, в нормативном документе (Р 2.1.10.1920-04) [10] предусматривается предварительная скрининговая оценка (ускоренная характеристика риска) на основе данных концентраций анализируемых веществ, полученных в процессе моделирования рассеивания выбросов.

### **3.2.6 Ускоренная характеристика риска на этапе идентификации опасности**

На основе имеющихся данных целесообразно для уточнения дальнейшей задачи исследования проведение предварительного скрининга, предусматривающего ускоренную характеристику риска. Так как, если величины рисков для здоровья населения, проживающего в фиксированных точках (на границе СЗЗ), не превысят уровней приемлемых, проведение расширенных исследований по полной схеме было бы нецелесообразным. Учитывая это, на этапе идентификации опасности, по всем выявленным канцерогенам и неканцерогенам проведена ускоренная характеристика канцерогенного и неканцерогенного риска на фиксированных точках наблюдения.

Согласно цели исследования, точки фиксации в районе БГОК установлены на границах санитарно защитной зоны по 4 направления света:

- Фиксированная точка 1 – граница СЗЗ север
- Фиксированная точка 2 – граница СЗЗ восток
- Фиксированная точка 3 – граница СЗЗ юг
- Фиксированная точка 4 – граница СЗЗ запад

По результатам моделирования по всем фиксированным точкам получены среднегодовые концентрации.

Результаты расчетов представлены в таблице 3.9

Таблица 3.9 - Характеристики канцерогенного риска в наблюдаемых фиксированных точках

Фиксированные точки / наименование веществ/критические органы воздействия	Координаты		C, мг/м <sup>3</sup>	LADD, мг/ (кг х день)	CR
	X	Y			
1	2	3	4	5	6
Фиксированная точка 4:	43151	48582			
1. [0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)			6.0E-6	1.25E-6	3.87E-6
2. [0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)			1.3E-10	2.71E-11	8.39E-11
3. [1325] Формальдегид (Метаналь) (609)			1.5E-6	3.12E-7	1.44E-8
органы дыхания					8.39E-11
кожа					3.87E-6
легкие					3.87E-6
носоглотка					1.44E-8
желудок					8.39E-11
Фиксированная точка 1:	49622	51077			
1. [0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)			1.35E-5	2.81E-6	8.71E-6
2. [0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)			2.9E-10	6.04E-11	1.87E-10
3. [1325] Формальдегид (Метаналь) (609)			3.4E-6	7.08E-7	3.26E-8
органы дыхания					1.87E-10
кожа					8.71E-6
легкие					8.71E-6
носоглотка					3.26E-8
желудок					1.87E-10
Фиксированная точка 3:	53130	43764			
1. [0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)			2.25E-5	4.68E-6	1.45E-5
2. [0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)			4.9E-10	1.02E-10	3.16E-10
3. [1325] Формальдегид (Метаналь) (609)			5.6E-6	1.17E-6	5.36E-8
органы дыхания					3.16E-10
кожа					1.45E-5
легкие					1.45E-5
носоглотка					5.36E-8
желудок					3.16E-10
Фиксированная точка 2:	60101	49315			
1. [0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)			6.0E-6	1.25E-6	3.87E-6
2. [0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)			1.3E-10	2.71E-11	8.39E-11
3. [1325] Формальдегид (Метаналь) (609)			1.5E-6	3.12E-7	1.44E-8
органы дыхания					8.39E-11
кожа					3.87E-6
легкие					3.87E-6
носоглотка					1.44E-8
желудок					8.39E-11
Точка мах воздействия:	53130	43764			
[0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583) {SF=3,1 (кг х день)/мг}			2.25E-5	4.68E-6	1.45E-5
[0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54) {SF=3,1 (кг х день)/мг}			4.9E-10	1.02E-10	3.16E-10

1	2	3	4	5	6
[1325] Формальдегид (Метаналь) (609) день)/мг}	{SF=0,046 (кг х		5.6E-6	1.17E-6	5.36E-8
органы дыхания					3.16E-10
кожа					1.45E-5
легкие					1.45E-5
носоглотка					5.36E-8
желудок					3.16E-10

По представленным расчетам видно, что по бенз/а/пирену и формальдегиду по всем фиксированным точкам индивидуальный канцерогенный риск рассматриваемых веществ не превышает нижнего предела приемлемого уровня  $1 \times 10^{-6}$ . Только по саже по всем фиксированным точкам индивидуальный канцерогенный риск превышает нижнего предела приемлемого уровня  $1 \times 10^{-6}$ , однако, все регистрируемые показатели риска ниже уровня  $1 \times 10^{-4}$ , что соответствует предельно допустимому риску.

В узлах расчетного прямоугольника модели рассеивания концентрации многих из рассматриваемых неканцерогенных химических загрязнителей оказались значительно ниже референтных концентраций при хроническом (RFC) воздействии. Кроме того, у многих неканцерогенов удельный вес выбросов от суммарного был очень низким. Данные факты послужили основанием проведения ускоренной характеристики неканцерогенного риска на этапе идентификации опасности.

Проведение оценки риска воздействия на здоровье человека от всех потенциально вредных веществ практически не осуществимо из-за отсутствия адекватных данных об уровнях воздействия и потенциальной опасности ряда химических соединений, поступающих в окружающую среду.

Среди неканцерогенов расчеты проводились при хронических (таблица 3.10) воздействиях.

Таблица 3.10 - Ускоренная характеристика неканцерогенного риска для веществ, обладающих хроническим воздействием

Вещество	Координаты		C, мг/м <sup>3</sup>	HQ(HI)
	X	Y		
1	2	3	4	5
Фиксированная точка 4:		43151	48582	
[0123] Железо (II, III) оксиды (диЖелезо триоксид, Железа оксид) /в пересчете на железо/ (274)			2.4E-06	0.00006
[0143] Марганец и его соединения /в пересчете на марганца (IV) оксид/ (327)			8E-08	0.0016
[0301] Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)			0.000088	0.0022
[0304] Азот (II) оксид (Азота оксид) (6)			1.44E-05	0.00024
[0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)			0.000006	0.00012

Продолжение таблицы 3.10

1	2	3	4	5
[0330] Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)			0.000012	0.00015
[0333] Сероводород (Дигидросульфид) (518)			3.02E-09	3.02E-06
[0337] Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ) (584)			0.000006	0.00002
[0342] Фтористые газообразные соединения /в пересчете на фтор/ (617)			1.27E-08	4.23E-07
[0344] Фториды неорганические плохо растворимые - (алюминия фторид, кальция фторид, натрия гексафторалюминат) (Фториды неорганические плохо растворимые /в п&			2.62E-08	2.01E-06
[0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)			1.3E-10	0.00013
[1325] Формальдегид (Метаналь) (609)			1.5E-06	0.0005
[2735] Масло минеральное нефтяное (веретенное, машинное, цилиндрическое и др.) (716*)			5E-08	0.000001
[2902] Взвешенные частицы (116)			4.5E-06	0.000045
[2908] Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20			0.000006	0.00006
органы дыхания				0.004921
кровь				0.00246
ЦНС				0.00162
нервная система				0.0016
глаза				0.0005
иммунная система				0.00069
смертность				0.000195
развитие				0.00015
системные заболевания				0.00012
зубы				0.000122
сердечно-сосудистая система				0.00002
костная система				2.44E-06
печень				0.000001
почки				0.000001
Фиксированная точка 1:	49622	51077		
[0123] Железо (II, III) оксиды (диЖелезо триоксид, Железа оксид) /в пересчете на железо/ (274)			5.2E-06	0.00013
[0143] Марганец и его соединения /в пересчете на марганца (IV) оксид/ (327)			1.9E-07	0.0038
[0301] Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)			0.000195	0.00488
[0304] Азот (II) оксид (Азота оксид) (6)			3.12E-05	0.00052
[0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)			1.35E-05	0.00027
[0330] Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)			0.000027	0.000338
[0333] Сероводород (Дигидросульфид) (518)			7.46E-09	7.46E-06
[0337] Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ) (584)			0.00015	0.00005
[0342] Фтористые газообразные соединения /в пересчете на фтор/ (617)			2.87E-08	9.56E-07
[0344] Фториды неорганические плохо растворимые - (алюминия фторид, кальция фторид, натрия гексафторалюминат)			5.91E-08	4.55E-06

Продолжение таблицы 3.10

1	2	3	4	5
[0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)			2.9E-10	0.00029
[1325] Формальдегид (Метаналь) (609)			3.4E-06	0.001133
[2735] Масло минеральное нефтяное (веретенное, машинное, цилиндрическое и др.) (716*)			1.5E-07	0.000003
[2902] Взвешенные частицы (116)			0.000009	0.00009
[2908] Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20			0.000013	0.00013
органы дыхания				0.011177
кровь				0.00545
ЦНС				0.00385
нервная система				0.0038
глаза				0.001133
иммунная система				0.001553
смертность				0.000428
развитие				0.00034
системные заболевания				0.00027
зубы				0.000275
сердечно-сосудистая система				0.00005
костная система				5.5E-06
печень				0.000003
почки				0.000003
Фиксированная точка 3:	53130	43764		
[0123] Железо (II, III) оксиды (диЖелезо триоксид, Железа оксид) /в пересчете на железо/ (274)			1.08E-05	0.00027
[0143] Марганец и его соединения /в пересчете на марганца (IV) оксид/ (327)			3.9E-07	0.0078
[0301] Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)			0.000328	0.00819
[0304] Азот (II) оксид (Азота оксид) (6)			5.22E-05	0.00087
[0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)			2.25E-05	0.00045
[0330] Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)			0.000045	0.000563
[0333] Сероводород (Дигидросульфид) (518)			1.6E-08	0.000016
[0337] Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ) (584)			0.00027	0.00009
[0342] Фтористые газообразные соединения /в пересчете на фтор/ (617)			5E-08	1.67E-06
[0344] Фториды неорганические плохо растворимые - (алюминия фторид, кальция фторид, натрия гексафторалюминат) (Фториды неорганические плохо растворимые /в п&			1.19E-07	9.14E-06
[0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)			4.9E-10	0.00049
[1325] Формальдегид (Метаналь) (609)			5.6E-06	0.001867
[2735] Масло минеральное нефтяное (веретенное, машинное, цилиндрическое и др.) (716*)			3E-07	0.000006
[2902] Взвешенные частицы (116)			0.000018	0.00018
[2908] Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20			0.000027	0.00027

Продолжение таблицы 3.10

1	2	3	4	5
органы дыхания				0.020222
кровь				0.00915
ЦНС				0.00789
нервная система				0.0078
глаза				0.001867
иммунная система				0.002627
смертность				0.000743
развитие				0.00058
системные заболевания				0.00045
зубы				0.000459
сердечно-сосудистая система				0.00009
костная система				1.08E-05
печень				0.000006
почки				0.000006
Фиксированная точка 2:	60101	49315		
[0123] Железо (II, III) оксиды (диЖелезо триоксид, Железа оксид) /в пересчете на железо/ (274)			2.4E-06	0.00006
[0143] Марганец и его соединения /в пересчете на марганца (IV) оксид/ (327)			8E-08	0.0016
[0301] Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)			8.88E-05	0.00222
[0304] Азот (II) оксид (Азота оксид) (6)			1.44E-05	0.00024
[0328] Углерод (Сажа, Углерод черный) (583)			0.000006	0.00012
[0330] Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)			0.000012	0.00015
[0333] Сероводород (Дигидросульфид) (518)			3.51E-09	3.51E-06
[0337] Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ) (584)			0.00006	0.00002
[0342] Фтористые газообразные соединения /в пересчете на фтор/ (617)			1.26E-08	4.2E-07
[0344] Фториды неорганические плохо растворимые - (алюминия фторид, кальция фторид, натрия гексафторалюминат)			2.6E-08	2E-06
[0703] Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) (54)			1.3E-10	0.00013
[1325] Формальдегид (Метаналь) (609)			1.5E-06	0.0005
[2735] Масло минеральное нефтяное (веретенное, машинное, цилиндрическое и др.) (716*)			5E-08	0.000001
[2902] Взвешенные частицы (116)			4.5E-06	0.000045
[2908] Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20			0.000006	0.00006
органы дыхания				0.004942
кровь				0.00248
ЦНС				0.00162
нервная система				0.0016
глаза				0.0005
иммунная система				0.00069
смертность				0.000195
развитие				0.00015

1	2	3	4	5
системные заболевания				0.00012
зубы				0.000122
сердечно-сосудистая система				0.00002
костная система				2.42E-06
печень				0.000001
почки				0.000001

Из списка неканцерогенов, обладающих хроническим воздействием (см. таблица 4.2.6-2), по всем веществам величины коэффициента опасности в рассматриваемых фиксированных точках определяются ниже допустимого уровня ( $HQ < 0,1$ ), т.е. не доходила до нижнего порога приемлемого неканцерогенного риска ( $HQ \leq 0,1$ ).

Таким образом, в результате ускоренной характеристики риска, на этапе идентификации опасности, было установлено, что **величины риска, полученные на основе концентраций всех анализируемых химических веществ из списка канцерогенов и неканцерогенов, на границах санитарно защитной зоне, не превышают уровни приемлемого неканцерогенного риска и, следовательно, не представляют реальной опасности для здоровья человека.**

Согласно методологии анализа риска дальнейшее проведение расширенных исследований по полной схеме оценивается как нецелесообразное мероприятие.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для оценки рисков здоровья населения ВОЗ рекомендованы следующие значения индивидуального риска - равный или меньший  $1 \times 10^{-6}$ , пренебрежимо малый, что соответствует одному дополнительному случаю серьезного заболевания или смерти на 1 млн экспонированных лиц и не требует никаких дополнительных мероприятий. На этапе идентификации опасности в выбросах объектов БГОК выявлены 3 канцерогенных вещества. Индивидуальный канцерогенный риск от рассматриваемых веществ для здоровья населения, проживающего и работающего на исследуемых объектах БГОК, не превышает предельно допустимого риска, что подтверждается результатами ускоренной характеристики риска (скрининга).

Если рассчитанный коэффициент опасности (HQ) не превышает единицу ( $HQ < 1$ ), то вероятность развития у человека вредных эффектов, при ежедневном поступлении вещества в течение жизни, незначительна и такое воздействие характеризуется как допустимое. Если HQ больше единицы, то вероятность развития вредных эффектов существенна, и возрастает пропорционально HQ. Значения коэффициентов опасности неканцерогенных веществ в выбросах объектов БГОК при хроническом ингаляционном воздействии, ниже приемлемого риска на исследуемых территориях ( $HQ < 1,0$ ).

Прогнозная ситуация в результате эксплуатации объектов БГОК и работы предприятия в штатном режиме, в исследуемом регионе, в рамках оказываемого риска здоровью населения, проживающего и работающего на производстве, оценивается как благополучная (приемлемая).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов РК за 2019 год.
- 2 Яринен Л. Горное дело: учеб. для техн. и проф. образования. - Астана: Фолиант, 2011. - 624 с.
- 3 Кауппила П., Ряйсянен М.Л., Мюллюоя С. Наилучшие экологические практики в горнодобывающей промышленности (металлические руды). - Центр окружающей среды Финляндии, 2011. – 26 с.
- 4 Саркулов М.Н. Морфо-функциональное состояние органов мочеполовой системы (почек, семенников) при воздействии многокомпонентного природного газа. - автореф. канд. мед. наук. – Актобе, 2001. – 18 с.
- 5 Сидоренко Г.И., Румянцев Г.И., Новиков С.М. Актуальные проблемы изучения воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения // Гигиена и санитария. - № 4. - 2008. - С. 3-8.
- 6 Дубинин Н.П. Генофонд человека и мутагены среды // Доклады АН. – № 1.- 2009. - С. 19-31.
- 7 Sawyer K., Mundandhara S., Ghio A., Madden M. The effects of ambient particulate matter on human alveolar macrophage oxidative and inflammatory responses // Toxicol Environ Health. – №73. - 2010. - P. 41–57.
- 8 Досмухаметов А.Т. Гигиеническая оценка автомобильного транспорта, как фактора экологического риска современного города (на примере г.Алматы): автореф. канд.мед.наук - Алматы, 2008. – 24 с.
- 9 Илиясова А.Д. Қазіргі замандағы ірі қалаларда тұратын оқушылардың организмінде ауыр металдардың жиналу қауіптілігін бағалау (Алматы қаласы мысалында): автореф. канд.мед.наук. - Алматы, 2010. – 25 с.
- 10 Ержанова А.Е., Кенесариев У.И., Досмухаметов А.Т., Амрин М.К. Тенденции изменения демографических показателей населения в регионе Карашыгакского нефтегазоконденсатного месторождения // Матер. XIX междун. науч. конф. – Сочи, 2015. - С. 136–141.
- 11 Постановление Правительства Республики Казахстан. О Программе «Охрана окружающей среды Республики Казахстан на 2005–2007 годы»: утв. 6 декабря 2004 года, № 1278.
- 12 Комментарий отдела социально-экономического анализа Администрации Президента Республики Казахстан к Указу Президента Республики Казахстан. О Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007–2024 годы: утв. 15 ноября 2006 года, № 216.
- 13 Буклешева М.С. Гигиеническая оценка комбинированного действия атмосферных загрязнений на состояние здоровья детского населения, проживающего в регионе крупного промышленного комплекса. - автореф. канд. мед. наук. - Москва, 1989. – С. 24.

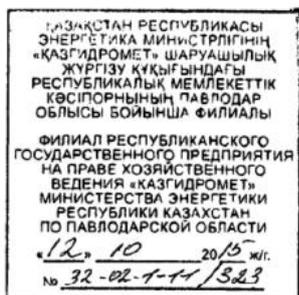
- 14 Lanki T., de Hartog J., Heinrich J., et al. Can we identify sources of fine particles responsible for exercise-induced ischemia on days with elevated air pollution. The ULTRA study // *Environ Health Perspect.* - №114. - 2006. – P. 655–660.
- 15 Brook R., Rajagopalan S., Pope III C., et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association // *Circulation.* -2010. – Vol.121. - P. 2331–2378.
- 16 Atkinson R., Anderson H., Sunyer J., et al. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. *Air pollution and health: a European approach // Am J Respir Crit Care Med.* - 2001. – P. 164-186.
- 17 Кенесариев У.И., Ержанова А.Е., Аликеева Г.М., Бухарбаева А. Тенденции изменения заболеваемости населения региона Карачаганакского месторождения // *Приоритеты общественного здравоохранения и профилактической медицины в 21 веке: сб. матер. Междун. научно-практич. конф.* – Алматы, 2015. – С. 94–96.
- 18 Кенесариев У.И., Ержанова А.Е., Аликеева Г.М., Айбасова Ж.А. Гигиеническая оценка загрязнения почв промышленными и бытовыми отходами // *Вестник КазНМУ.* - 2014. - № 2. – С. 48–51.
- 19 Жансерикова А.Ж. Гигиеническая оценка и прогнозирование качества почвы в зоне Карашыганакского нефтегазоконденсатного месторождения: автореф. канд. мед. наук. – Алматы, 1998. – 21 с.
- 20 Шакиров М.М. Гигиенические основы профилактики кожных заболеваний населения регионов нефтегазовых месторождений (на примере КНГКМ): автореф. канд. мед. наук. - Алматы, 1998. - 22 с.
- 21 Анамбаева А.И. Гигиеническая оценка и прогнозирование здоровья детского населения региона КНГКМ: автореф. канд. мед. наук. – Алматы, 1999. – 25 с.
- 22 Ногаева Н.Г. Гигиенические основы профилактики стоматологических заболеваний населения региона Карашыганакского нефтегазоконденсатного месторождения: автореф. канд. мед. наук. - Алматы, 1998. - 20 с.
- 23 Ержанова А.Е. Гигиеническая оценка и прогнозирование качества атмосферного воздуха в регионе КНГКМ: автореф. канд. мед. наук. – Алматы, 2006. – 24 с.
- 24 Омаркожаева Г.Н. Комплексная оценка качества окружающей среды и риск-факторов нефтегазовых месторождений: автореф. канд. мед. наук. – Алматы, 2006. - 23 с.
- 25 Аликеева Г. М. Гигиеническая оценка и прогнозирование санитарно-демографических процессов в регионе Карашыганакского нефтегазоконденсатного месторождения: автореф. канд. мед. наук. - Алматы, 2001. - 22 с.
- 26 Курмангалиев О. М. Эколого-гигиенические аспекты формирования патологии мочеполовой системы в нефтегазоконденсатных регионах

- Республики Казахстан (на примере Карашыганакского нефтегазоконденсатного месторождения): автореф. док. мед. наук. – Алматы, 2008. – 28 с.
- 27 Кенесары Д. У. Научно-методические основы оценки и управления рисками здоровью населения на примере Карачаганакского нефтегазоконденсатного месторождения: дис.док.мед. - Алматы: КазНМУ им. М. Д. Асфендиярова, 2015. – 150 с.
- 28 Кенесариев У.И., Досмухаметов А.Т., Кенесары Д.У., Кенжебаев А.Ф. Оценка риска здоровью населения при воздействии выбросов КНГКМ по данным расчетных и инструментальных исследований // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. - С. 46–53.
- 29 Рахманин Ю.А., Онищенко Г. Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Под ред. Рахманина Ю. А., Онищенко Г. Г. М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
- 30 Новиков С. Т., Шашина Е.А., Фурман В.Д., Лебедева Н.В. Применение зависимостей "доза - ответ", полученных в эпидемиологических исследованиях, при оценке риска для здоровья населения от воздействия вредных факторов окружающей среды / Центр подготовки и реализации международных проектов технического содействия. -М., 2001.-85 с.
- 31 Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Под. ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. - 408с.
- 32 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
- 33 Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Филатов Н.Н. и др. Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Методические рекомендации // НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина РАМН, ММА им. И.М. Сеченова, Центр госсанэпиднадзора в г. Москве. М., 2001. -204 с.
- 34 Кенесары Д.У., Кенесариев У.И., Турдалиева Б.С., Досмухаметов А.Т., Кенесары А.У. Экономический ущерб здоровью населения от выбросов диоксида серы Карачаганакским нефтегазоконденсатным месторождением // Вестник КазНМУ. – 2014. – №2(4). – С. 38–40.
- 35 Досмухаметов А.Т. Гигиеническая оценка автомобильного транспорта, как фактора экологического риска современного города (на примере г.Алматы): автореф. канд.мед.наук. - Алматы, 2008. – 24 с.
- 36 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-

- 04), утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 05.03.2004 г.
- 37 Постановление Главного Государственного санитарного врача РФ и Главного Государственного инспектора по охране природы от 10 ноября 1997. № 25, 03–19/24-3483 "Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации".
  - 38 «Методика оценки рисков негативного воздействия факторов окружающей среды на состояние здоровья населения», утвержденной Приказом Министра здравоохранения МЗ РК № 304 от 14.05.2020 г.
  - 39 Проект предельно допустимых выбросов (ПДВ) для обогатительной фабрики по переработке медно-молибденовой руды, завода по отмывке каолинизированных руд, участка тарирования и открытого карьера месторождения «Бозшаколь» на 2017–2021 годы
  - 40 Строительная климатология СП РК 2.04-01-2017. – Астана: Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан, 2017.
  - 41 Методика определения нормативов эмиссий в окружающую среду. Приказ Министра энергетики РК от 17.06.2016 г. № 254. Приложение к приказу и.о. Министра окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан от 11.12.2013 г. № 379-ө. Приложение к приказу Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 16.04.2013 г. № 110-ө.
  - 42 Методика расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе от выбросов предприятий», Приложение №12 к приказу Министра окружающей среды и водных ресурсов РК от 12.06.2014 г. № 221-ө.
  - 43 Методические указания по оценке риска для здоровья населения химических факторов окружающей среды (утв. Приказом Председателя Комитета государственного санитар-но-эпидемиологического надзора Министерства здравоохранения Республики Казахстан от 28 декабря 2007 года № 117)

## Приложение А

### Климатические характеристики по данным РГП «Казгидромет»



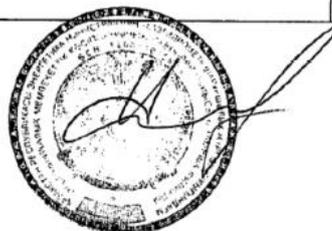
**Директору  
ТОО «КАЗЭКОПРОЕКТ»  
Байзакову Т.Б.**

На Ваш запрос от 06.10.2015г. №462 сообщаем осредненные за 5 лет (2010-2014г.) метеорологические характеристики по данным наблюдений на метеостанции Екибастуз (ближайшая метеостанция к месторождению Бозшаколь):

Наименование характеристик	Величина
Средняя месячная минимальная температура воздуха наиболее холодного месяца (январь), °С	<b>21,8 мороза</b>
Средняя месячная максимальная температура воздуха наиболее жаркого месяца (июль), °С	<b>26,9 тепла</b>
Средняя годовая скорость ветра, м/с	<b>3,1 м/с</b>
Скорость ветра, повторяемость превышения которой составляет 5 %, м/с	<b>7</b>
Среднегодовая роза ветров, %	
С	<b>8</b>
СВ	<b>6</b>
В	<b>7</b>
ЮВ	<b>8</b>
Ю	<b>8</b>
ЮЗ	<b>27</b>
З	<b>20</b>
СЗ	<b>16</b>
штиль	<b>6</b>

**Директор**

Исп. Г.Шпак,  
тел. 8-7172-327075



**Н. Набиев**



**Филиал РГП «Казгидромет»  
по Павлодарской области  
Тел: 8 7182 32 71 82**

**Номер:** 32-06-16/292

**Дата:** 07.10. 2015 года

**Кому:** Директору ТОО «Казэкопроект» Байзакову Т.Б .

На Ваш запрос от 06 сентября 2015 года № 463 о предоставлении справки о фоновых концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для объекта Месторождение «Бозшаколь», расположенного в Торт-Кудукском сельском округе, с. Торт-Кудук, г. Экибастуз, Павлодарской области, в 80 км от г. Экибастуза сообщаем, что в данных населенных пунктах отсутствуют посты наблюдения за состоянием атмосферного воздуха.

На сегодняшний день выдача фоновых справок атмосферного воздуха для населенных пунктов различной численностью и по данным экспедиционных обследований приостановлена, из-за недостаточного отбора проб экспедиционных обследований. Согласно письма Департамента экологического мониторинга РГП «Казгидромет» от 14 июля 2010 года № 15-15/1177.

**Директор**

**Н. Набиев**

Исп. Левина А.  
Тел/Факс: 8 (7182) 30 08 44  
E-mail: [lnzapav@mail.ru](mailto:lnzapav@mail.ru)