

*На правах рукописи*

**КУЗНЕЦОВ Владимир Сергеевич**



**ОЦЕНКА ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ПРИ ВЕДЕНИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ  
НА ОСНОВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА**

*Специальность 25.00.36 – Геоэкология*

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2006**

**Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования Санкт-Петербургском государственном горном институте имени Г.В.Плеханова (техническом университете).**

***Научные руководители:***

**доктор технических наук, профессор**

***Гендлер Семен Григорьевич***

***Официальные оппоненты:***

**доктор технических наук, доцент**

***Семикобыла Ярослав Георгиевич,***

**кандидат технических наук**

***Дьяконов Леонид Дмитриевич***

***Ведущая организация – ОАО «Гипроруда».***

**Защита диссертации состоится 16 июня 2006 г. в 13 ч 15 мин на заседании диссертационного совета Д 212.224.06 при Санкт-Петербургском государственном горном институте имени Г.В.Плеханова (техническом университете) по адресу: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, д.2, ауд.1160.**

**С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского государственного горного института.**

**Автореферат разослан 15 мая 2006 г.**

**УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
диссертационного совета  
д.т.н., профессор**



**Э.И.БОГУСЛАВСКИЙ**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Разработка месторождений полезных ископаемых оказывает сложное и многоплановое воздействие на окружающую среду. Это относится и к открытому способу добычи полезных ископаемых. При производстве открытых горных работ в воздушную среду поступает значительное количество поллютантов, причем основным загрязняющим веществом выступает неорганическая пыль. Выделение данного вещества приводит к постепенной деградации зеленых насаждений, снижению их продуктивности и утрате устойчивости.

Для человека особую опасность представляют пылевые частицы размерами менее 10 мкм, способные проникать в альвеолы и периферии легкого. С учетом рекомендаций Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в ряде стран осуществлен переход на нормирование содержания в воздушной среде частиц пыли с размерами менее 10 мкм. В Российской Федерации в настоящее время нормирование запыленности воздушной среды осуществляется без учета конкретного дисперсного состава пыли.

Несмотря на различные механизмы образования пыли (бурение, взрывные работы, пыление на дорогах, сдвиг пыли с поверхности отвалов и хвостохранилищ) пространственный перенос пыли определяется, в основном, сочетанием метеорологических факторов (скорость ветра, направление его действия, температура и влажность атмосферного воздуха), законы изменения которых имеют вероятностную природу.

В существующих исследованиях процессов образования и распространения пыли, результаты которых изложены в работах П.В. Бересневича, Н.З. Битколова, Л.Д. Дьяконова, А.В. Зберовского, В.Б. Комарова, В.А. Михайлова, В.С. Никитина, М.Т. Осодоева, К.З. Ушакова, П.Н. Торского, Ю.В. Шувалова и др., проблема учета вероятностного характера пылевого загрязнения изучена недостаточно. В этой связи, установление закономерностей загрязнения окружающей природной среды при ведении открытых горных работ на основе экологического риска,

учитывающего вероятностную природу определяющих метеорологических параметров, позволит повысить точность оценки пылевого загрязнения и эффективность выбора природоохранных мероприятий.

**Цель работы** – повышение эффективности мероприятий по защите окружающей среды от пылевого воздействия при ведении открытых горных работ.

**Основная идея работы.** Разработку природоохранных мероприятий следует осуществлять на основе анализа пространственного распределения экологического риска, учитывающего вероятностные законы изменения скорости ветра и направления его действия.

**Основные задачи работы:**

- анализ источников пылевого воздействия при открытой разработке МПИ и выделение источников, оказывающих преобладающее воздействие на окружающую среду;
- разработка процедуры определения расчетных значений скорости ветра и направления его действия, соответствующих величине максимального экологического риска, от воздействия пыли на окружающую среду;
- проведение натурных исследований пространственного распределения дисперсного состава пыли;
- разработка методики определения пространственного распределения экологического риска с учетом вероятностных законов изменения скорости ветра, направления его действия, и фракционного состава пыли;
- оценка пылевого загрязнения при работе Оленегорского ГОКа на основании величины распределения экологического риска;
- разработка аэродинамического метода уменьшения выноса пыли с поверхности хвостохранилища и определение технико-экономических параметров данного способа применительно к Оленегорскому ГОКу.

## **Научная новизна.**

Установлены закономерности распределения величины экологического риска с учетом вероятностных законов изменения параметров определяющих пылевое воздействие, и распределение концентрации частиц разного гранулометрического состава в пространстве.

### **Основные защищаемые положения:**

1. Определение распределения в атмосферном воздухе концентрации пыли, выносимой с поверхности хвостохранилища, при известных параметрах розы ветров должно выполняться из условия достижения максимальной величины экологического риска при расчетных значениях скоростей ветра в каждом из географических направлений его действия.

2. Оценка пылевого загрязнения окружающей среды от хвостохранилища должна производиться в соответствии с химическим составом складываемого вещества, который определяет класс опасности образующейся пыли и её предельно-допустимую концентрацию, а также пространственным распределением суммарной концентрации пыли и концентраций пыли различного фракционного состава в атмосферном воздухе.

3. Выбор природоохранных мероприятий по снижению пылевой нагрузки на окружающую среду целесообразно осуществлять с учетом закономерностей изменения относительных величин экологического риска, установленных с учетом соотношения между площадями, в пределах каждой из которых концентрации пыли считаются неизменными, а также распределения в пространстве пыли различных фракций; при этом для снижения пылевой нагрузки на окружающую среду предлагается аэродинамический способ уменьшения выноса пыли с поверхности хвостохранилища.

**Методы исследований** включали: аналитическое обобщение известных научных и технических результатов; лабораторные и натурные методы изучения условий формирования рассеивания пыли; микроскопический, седиментационный, ситовой

анализы дисперсности материала. Обработка данных экспериментальных исследований проводилась методами математической статистики с применением современных стандартных компьютерных программ (MS-Excel, MS-Access, Statistica for Windows и др.).

**Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций** подтверждается большим объемом аналитических, лабораторных и экспериментальных исследований состояния окружающей среды в районах пылящих поверхностей, применением стандартного математического обеспечения для осуществления оценки пылевого загрязнения окружающей среды, сходимостью численных расчетов с данными инструментальных и опытно-промышленных исследований.

**Практическая значимость работы** заключается в следующем:

- Предложена процедура выбора исходных параметров для оценки пылевого воздействия хвостохранилища на окружающую среду;
- Разработан метод оценки воздействия пылящих поверхностей на окружающую среду на основе площадного распределения экологического риска;
- Предложен аэродинамический способ снижения выноса пыли с поверхности хвостохранилища и разработана методика определения его параметров;
- Разработаны рекомендации по снижению пылевого воздействия на окружающую среду хвостохранилища в условиях Оленегорского ГОКа.

**Апробация работы.** Основные положения и практические результаты диссертационной работы докладывались на ежегодных конференциях молодых ученых СПГТИ (ТУ) «Полезные ископаемые России и их освоение» (СПб, 2004, 2005, 2006 гг.); на научных конференциях МГГУ «Неделя горняка» (Москва, 2003 г., 2004 г., 2005 г.); III международной научной конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности» (Пенза,

2003); Всероссийской научно-практической конференции «Техногенная безопасность, надежность, качество, энергосбережение» (Ростов-на-Дону - Шепси, 2003 г.); IV Международной конференции «Воздух-2004» (СПб, 2004 г.); Первой Всероссийской научно-технической Интернет-конференции «Современные проблемы экологии и безопасности» (Тула, 2005 г.).

**Личный вклад автора** заключается в постановке задач и разработке методики исследования; в проведении экспериментальных исследований по определению рассеивания пылевых частиц в пространстве; в разработке методики оценки воздействия пылящих поверхностей на окружающую среду; в разработке аэродинамического способа снижения выделения пыли с поверхности хвостохранилища; в составлении рекомендаций по снижению пылевого воздействия на окружающую среду.

**Публикации.** Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 8 научных трудах, в том числе: 7 научных статьях и 1 тезисах докладов на научно-практических конференциях.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 157 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков, 39 таблиц и список литературы из 119 наименований.

Автор выражает глубокую благодарность и признательность научному руководителю, профессору, доктору технических наук С.Г. Гендлеру за идею, которая послужила основой проведения исследований, за помощь, оказываемую в процессе выполнения работы.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Основные результаты исследований отражены в следующих защищаемых положениях:

- 1. Определение распределения в атмосферном воздухе концентрации пыли, выносимой с поверхности хвостохранилища, при известных параметрах розы ветров должно выполняться из условия достижения максимальной величины эко-**

**логического риска при расчетных значениях скоростей ветра в каждом из географических направлений его действия.**

При функционировании ряда ГОКов России преобладающее влияние на пылевое загрязнение окружающей среды оказывают хвостохранилища. Например, выделение пыли от хвостохранилища Оленегорского ГОКа составляет 80% от общего выброса пыли предприятием.

Существующие методы оценки пылевого воздействия открытых работ на окружающую среду основаны на анализе распределения концентраций пыли в атмосферном воздухе и не дают возможности в полной мере учесть стохастический характер формирования пылевого загрязнения. Более информативным показателем, является экологический риск (В.Т. Алымов, Е.Е. Киселев, К.Б. Фридман), позволяющий учесть не только уровень пылевого загрязнения, но и возникающий от него экономический ущерб  $Y_{атм}$ , руб./год. При этом величина экологического (руб./год) риска зависит от вероятности реализации различных сценариев пылевого загрязнения  $P_i$  (%).

$$\mathcal{E} = Y_{атм} \cdot P_i \quad (1)$$

Распространение пылевого загрязнения определяется влиянием метеорологических параметров, среди которых основным является скорость ветра  $V_i$ . Для каждого географического направления вероятность достижения скорости ветра значения  $V_i$  описывается зависимостью вида:

$$P_i = f_i(V) \quad (2)$$

Например, для метеорологических условий Оленегорского ГОКа зависимость (2), полученная на основе анализа данных многолетних метеорологических наблюдений, может быть представлена графиком (рис.1).





Рис.1. Распределение вероятности возникновения ветра Северо-западного направления.

От величины скорости ветра  $V_i$  зависит также величина выноса пыли с поверхности хвостохранилища  $M_i = f_2(V_i)$ . Величина  $M_i$  может быть определена по методике, разработанной в институте горного дела им. А.А. Скочинского. Обработка данных полученных по этой методике для условий Оленегорского ГОКа, позволяет получить эмпирическую зависимость следующего вида:

$$M_i = f_2(V_i) = 2700 \cdot \exp^{0,36 \cdot V_i} \quad (3)$$

где  $V_i$  – значение скорости ветра для каждого географического направления ( $>1$  м/с).

Величина  $M_i$  фигурирует в формуле для вычисления экономического ущерба, наносимого окружающей среде в результате пылевого загрязнения (методика определения экологического ущерба разработанная под руководством В.И. Данилова-Данильяна, Госкомэкология, РФ):

$$Y_{атм} = B \cdot M_i \quad (4)$$

где  $B$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий рассматриваемых экономических районов, характера рассеивания загрязняющего вещества в атмосфере, коэффициента относительной эколого-экономической опасности неорганической пыли и денежной оценки единицы

выбросов. Таким образом, зависимость (1) для вычисления экологического риска с учетом соотношений (2)-(4) принимает вид:

$$\mathcal{E} = B \cdot f_1(V) \cdot f_2(V), \text{ руб./год} \quad (5)$$



Рис.2. Зависимость экологического риска от скорости Северо-западного ветра для условий Оленегорского ГОКа.

Анализ зависимости (5) показывает, что при определенном значении скорости ветра  $V_{рас}$ , величина экологического риска достигает максимального значения (рис 2). Это значение предлагается называть максимальной величиной экологического риска  $\mathcal{E}_{max}$  и все дальнейшие оценки пылевого загрязнения осуществлять при значениях метеорологических параметров, соответствующим  $\mathcal{E}_{max}$ . Так, для условий Оленегорского ГОКа максимальный экологический риск достигается при скорости ветра 4 -7 м/с, что соответствует вероятности 30-35%.

**2. Оценка пылевого загрязнения окружающей среды от хвостохранилища должна производиться в соответствии с химическим составом складированного вещества, который определяет класс опасности образующейся пыли и её предельно-допустимую концентрацию, а также пространственным распределением суммарной концентрации пыли и концентраций пыли различного фракционного состава в атмосферном воздухе.**

Основными показателями, используемыми в настоящее время для оценки влияния на человека пылевых частиц, являются общая концентрация пыли в атмосферном воздухе и её токсиче-

ские свойства, определяемые классом опасности вещества. Риск хронической интоксикации рассчитывается по концентрации загрязняющего вещества  $C_i$  и ее предельно-допустимому значению в течение суток  $C_{пдкс.с.}$ , времени экспозиции  $t = 25$  лет, а также токсическими свойствами, определяемыми коэффициентами  $\beta$ ,  $K_3$ . Формула для расчета риска интоксикации имеет вид (В.Т. Алымов, В.П. Карпчатов):

$$R = 1 - \exp\{-0,174 \cdot [(C_i / (C_{пдкс.с.} \cdot K_3))]^\beta \cdot t\} \quad (6)$$

Из данных многочисленных исследований (Х.Д. Ландаль, Р.А. Герман, Е.А. Вигдорчик) известно, если загрязненными веществами являются твердые частицы, то их воздействие твердых частиц пыли на организм человека определяется, главным образом, их размерами. Основное негативное воздействие на человека, оказывают частицы диаметром менее 10 мкм, которые проникают в глубь легочной ткани, вызывая развитие хронических заболеваний. В связи с вышеизложенным, в формуле (6) при расчете риска интоксикации, должна учитываться не общая концентрация пыли, а парциальная концентрация частиц с диаметром менее 10 мкм.

Для оценки пылевого загрязнения окружающей среды от хвостохранилища Оленегорского ГОКа был осуществлен химический и дисперсный анализ складированных отходов.

Химический анализ проб, выполненный рентгенофлуоресцентным методом, показал, что отходы хвостохранилища, в основном ( $67,5 \pm 6,7$  %) представлены  $SiO_2$ , что позволяет отнести пыль, выделяющуюся с поверхности, к третьему классу опасности.

С целью получения информации о характере рассеивания пыли различного дисперсного состава, были выполнены натурные исследования в районе функционирования Оленегорского ГОКа. Основным экспериментальным методом для определения пространственного распределения гранулометрического состава пыли была снеговая съемка. Территория для отбора проб снега выбрана с учетом

преобладающих направлений ветров в зимний период по данным многолетних наблюдений. Всего было отобрано 48 проб. С целью уточнения характера рассивания аэрозольных частиц от источника выделения пыли места отбора проб фиксировались на карте местности. Отобранные пробы подвергались седиментационному анализу, с помощью которого устанавливался гранулометрический состав пыли. Результаты лабораторных исследований представлены на рис.5.

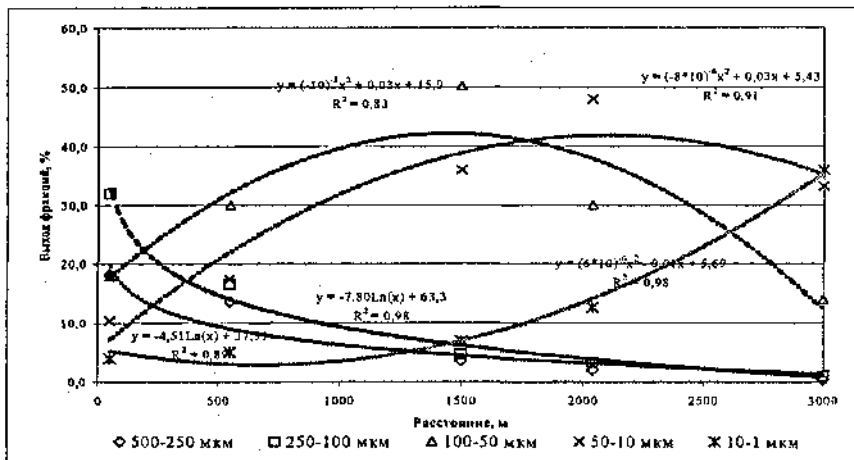


Рис.5. Характер распределения пылевых частиц различного дисперсного состава в зависимости от расстояния от источника выделения пыли.

Из анализа данных (рис.5.), следует, что по мере удаления от источника пылевыведения количество частиц содержащей крупной фракции (500-250 мкм, 250-100 мкм) убывает, а частиц размеры которых находятся в диапазоне от 100-50 мкм, достигает максимума в «общем» значении концентрации уже на расстоянии 1500 м от источника, максимальное содержание частиц размером 50-10 мкм достигается на расстоянии около 2000 м, а частицы наносящие наибольший вред для человеческого организма (10-1 мкм), распространяются на расстояние более 3000 метров.

3. Выбор природоохранных мероприятий по снижению пылевой нагрузки на окружающую среду целесообразно осуществлять с учетом закономерностей изменения относительных величин экологического риска, установленных с учетом соотношения между площадями, в пределах каждой из которых концентрации пыли считаются неизменными, а также распределения в пространстве пыли различных фракций; при этом для снижения пылевой нагрузки на окружающую среду предлагается аэродинамический способ уменьшения выноса пыли с поверхности хвостохранилища.

Результаты оценки показывают, что пространственное распределение концентрации пыли, выносимой с поверхности хвостохранилища, имеет монотонный характер с максимальным значением непосредственно у источника пылевыделения.

Если разбить всю область пылевого загрязнения на площади, в пределах которых концентрация пыли изменяется в интервале  $\Delta C_i = C_{\text{начальное}} - C_{\text{конечное}}$ , то представляется возможным установить соотношение между величинами экологических рисков, характеризующих каждую из площадей  $S_i$ . При этом принято, что величины экологических рисков для каждой из площадей пропорциональны величине площади и риску интоксикации.

$$\mathcal{E}P_1 : \mathcal{E}P_2 : \mathcal{E}P_3 : \dots : \mathcal{E}P_i = S_1 \cdot R_1 : S_2 \cdot R_2 : S_3 \cdot R_3 : \dots : S_i \cdot R_i \quad (7)$$

$$\mathcal{E}P_{\Sigma} = \mathcal{E}P_1 + \mathcal{E}P_2 + \mathcal{E}P_3 + \dots + \mathcal{E}P_i = \Sigma \mathcal{E}P_i \quad (8)$$

Из уравнений (7) и (8), получены зависимости для относительной величины экологического риска (удельного веса) каждого из участков зоны негативного воздействия хвостохранилища на окружающую среду. Эти зависимости имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} \Delta_{\mathcal{E}P1} &= 1 / (1 + S_2 \cdot R_2 / S_1 \cdot R_1 + S_3 \cdot R_3 / S_1 \cdot R_1 + \dots + S_i \cdot R_i / S_1 \cdot R_1) \\ \Delta_{\mathcal{E}P2} &= 1 / (1 + S_1 \cdot R_1 / S_2 \cdot R_2 + S_3 \cdot R_3 / S_2 \cdot R_2 + \dots + S_i \cdot R_i / S_2 \cdot R_2) \quad (9) \\ \Delta_{\mathcal{E}Pi} &= 1 / (1 + S_1 \cdot R_1 / S_i \cdot R_i + S_2 \cdot R_2 / S_i \cdot R_i + \dots + S_{i-1} \cdot R_{i-1} / S_i \cdot R_i) \end{aligned}$$

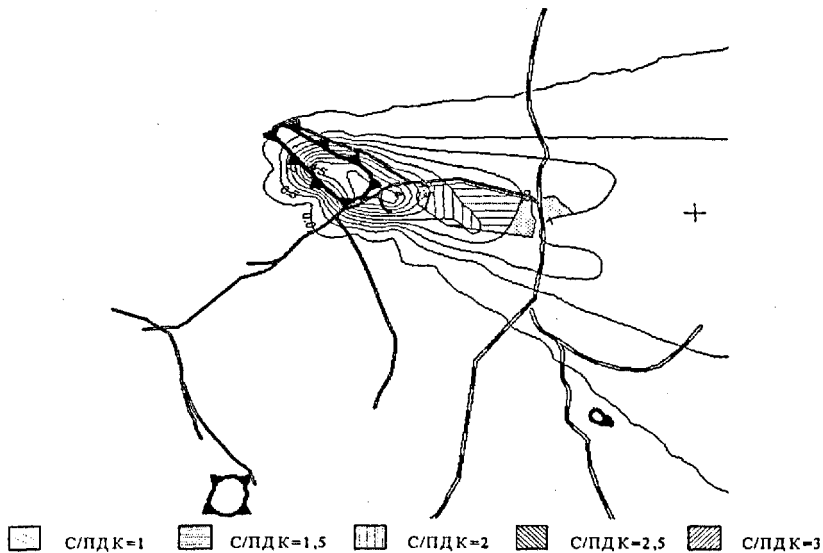
Очевидно, что проведение природоохранных мероприятий следует планировать, в первую очередь, на тех участках, где относительная величина экологического риска выше.

В качестве иллюстрации применения предлагаемой методики оценки пылевого загрязнения, рассмотрены условия хвостохранилища Оленегорского ГОКа. С целью получения достоверных данных о величинах площадей, подвергшихся пылевому загрязнению, был сформирован ГИС-проект исследуемой территории.

С помощью геоинформационного моделирования, на основе расчета значений концентрации пыли в программе «Эколог» версия 2.55, были построены изолинии превышения концентраций неорганической пыли в воздухе её ПДК ( $C_i/C_{\text{ПДК}}$ ) на территории, окружающей хвостохранилище. Методом наложения слоев установлены районы города Оленегорска, подвергшиеся загрязнению различного уровня ( $C_i/C_{\text{ПДК}}$ ), определены площади этих районов и процент загрязненных площадей к общей площади города (табл.1, рис.6).

**Таблица 1. - Дифференциация площадей районов г. Оленегорск по степени загрязнения.**

| $C/\text{ПДК}$ | Площадь участков города подвергшихся пылевому загрязнению, $S_{\text{участка}} \text{ м}^2$ | Площадь города, $S_{\text{города}} \text{ м}^2$ | $S_{\text{участ}} / S_{\text{города}}, \%$ |
|----------------|---|---|--|
| 1,5            | 1 684 087,2   | 4 240 069,2                                     | 39,7                                       |
| 2              | 1 042 229,4   | 4 240 069,2                                     | 24,6                                       |
| 2,5            | 154 233,8   | 4 240 069,2                                     | 3,64                                       |
| 3              | 15 605,3  | 4 240 069,2                                     | 0,37                                       |



**Рис.6. Фрагмент карты с изображением площадей районов г. Оленегорска, территории которых расположены между изолиниями с различными значениями  $C_1/C_{\text{пак}}$ .**

Расчеты, выполненные по формуле (9), показали, что соотношение между величинами экологического риска, для площадей, характеризующихся превышением «общей» концентрации неорганической пыли над ПДК соответственно равны 50 %, 42%, 6,5% и 1% (Рис.7).

При этом, распределение экологического риска определяется не только соотношением площадей, для которых отношение общей концентрации пыли к предельно-допустимому значению превышает единицу, но и относительным значением парциальной концентрации наиболее опасной для человеческого организма фракции (менее 10 мкм).

Таким образом, основной объем природоохранных мероприятий следует сосредотачивать на участках, где превышение концентрации неорганической пыли над ПДК, с учетом наиболее

опасной фракции менее 10 мкм, составляет 1,5 (значение экологического риска составляет 65 %).

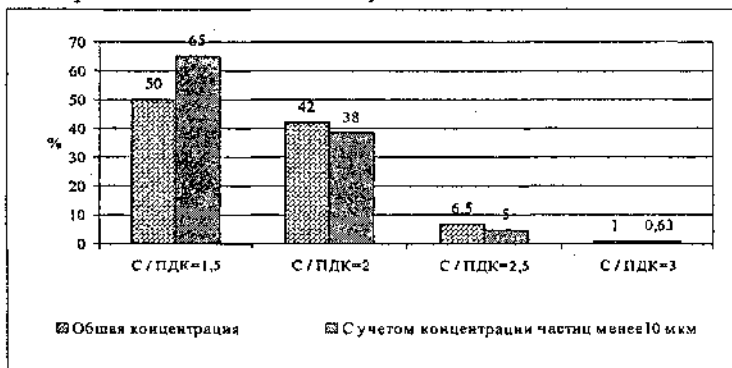


Рис.7. Относительные значения экологического риска для районов г.Оленегорска подвергшихся пылевому загрязнению.

Поскольку основным источником пылевыведения является хвостохранилище, а время пыления, как правило, ограничено летним периодом, то использование мероприятий связанных с закреплением пылящей поверхности различными химическими составами или орошение поверхности водой может оказаться экономически нецелесообразным. В результате проведенных исследований было установлено, что суммарная площадь пылевого загрязнения определяется скоростью ветра, т.е. снижение скорости ветра до необходимой величины, позволяет локализовать пылевое загрязнение с концентрацией превышающую предельно-допустимую, в пределах требуемой санитарно-защитной зоны.

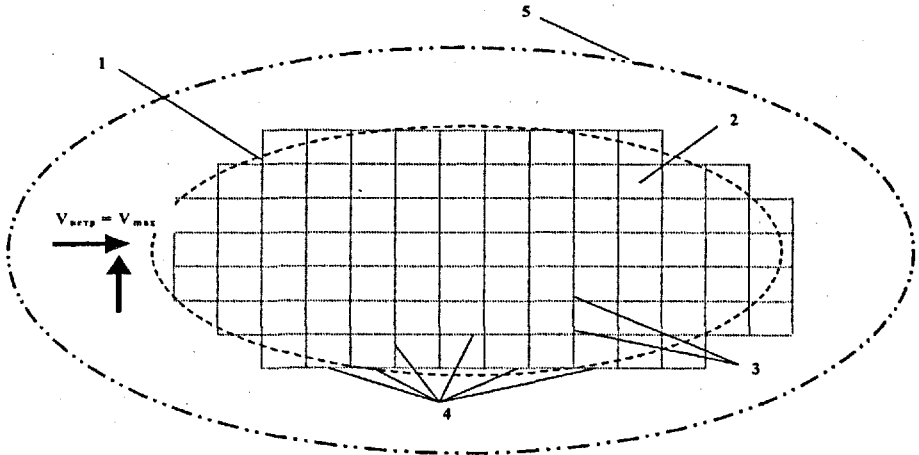
Для решения этой задачи предложен аэродинамический способ снижения выноса пыли с поверхности хвостохранилища, основанный на установке по площади пылящей поверхности с учетом розы ветров экранов. При этом экраны сооружаются по периметрам квадратных участков со стороны  $L_{yч}$  (рис.8). Расстояние между экранами ( $L_{yч,м}$ ) и их высота ( $H_{заг,м}$ ) выбирается из диапазона 1,5-3 м, при условии превышения  $L_{yч}$  величины 10 м., и заданного снижения скорости ветра ( $V_{lim,м/с}$ ).



Например при снижении скорости ветра соответственно на 40; 50; 60; 70 % высота заграждения  $H_{\text{заг}}$  может составлять 1,5; 2; 2,5; 3 м соответственно:

$$L_{\text{уч}} = 46,4 H_{\text{заг}} (V_{\text{lim}}/V_{\text{max}})^{2,6} \quad (10)$$

где  $V_{\text{max}}$  – наиболее часто встречающееся значение скорости господствующих ветров, м/с.



1-контур пылящей поверхности; 2- i-пылящий участок; 3-опоры; 4-защитные экраны; 5- граница санитарно-защитной зоны.

**Рис.8. Аэродинамический способ снижения выноса пыли с поверхности хвостохранилища.**

Капитальные вложения на осуществление мероприятия, для условий хвостохранилища Оленегорского ГОКа, составляют около 2,1 млн. руб. При этом экономия на экологических платежах составляет 195 тыс.руб./год, а предотвращенный экологический ущерб от внедрения мероприятия составит 20 млн. руб.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую квалификационную работу, в которой поставлена и решена актуальная задача обоснования методики

оценки пылевого загрязнения при ведении открытых горных работ на основе пространственного распределения экологического риска.

Выполненные автором исследования позволяют сделать следующие выводы и дать рекомендации, направленные на достижение нормативного качества окружающей среды:

1. Анализ источников пылевого воздействия при открытой разработке МПИ показал, что основными источниками пылевыведения в карьерах являются технологические процессы, связанные с добычей и переработкой полезного ископаемого: бурение скважин, взрывные работы, выемочно-погрузочные работы, транспортирование горной массы. При этом преобладающее воздействие на окружающую среду оказывает пыление хвостохранилища.
2. Для анализа пылевого загрязнения окружающей среды от хвостохранилища, предлагается использовать критерий максимального экологического риска величина которого определяется комбинацией вероятностных законов процессов образования и распространения пылевых выбросов.
3. Разработанная методика позволяет устанавливать на основе критерия максимального экологического риска расчетные значения скорости ветра и направления его действия определяющие пылевое загрязнение окружающей среды.
4. В результате натурных исследований установлено, что характер распределения концентрации пыли по мере удаления от источника пылевыведения до расстояний 500-1000 м. возрастает до максимума, а затем снижается. При этом частицы крупностью более 250 мкм распространяются на расстояние менее 500 м., от источника, частицы размером 10-100 мкм – на расстояние 1500-2000 м., а частицы оказывающие наиболее сильное негативное воздействие на человека (<10 мкм) преодолевают расстояние свыше 3000 м.
5. Разработанная методика расчета распределения экологического риска пылевого загрязнения учитывает вероятностные законы изменения скорости ветра и направления его действия, а

также вынос пыли, и характеристику её дисперсного состава на различных расстояниях от источника пылевыведения.

6. При вычислении величин экологического риска целесообразно использовать ГИС-технологии с помощью которой определяют величины площадей подвергшихся пылевому загрязнению для которых отношение концентрации пыли к ПДК превышает единицу.

7. Выполненные на основе анализа распределения экологического риска оценка пылевого загрязнения окружающей среды при работе Оленегорского ГОКа показала, что участки с отношением концентрации пыли к ее ПДК равным 1,5 характеризуются значением экологического риска 50 %, а участки соотношением С/ПДК 2; 2,5; 3 – относительными значениями экологического риска соответственно 42%, 6,5%, 1%. При этом учет значения величины экологического риска дисперсного состава пыли повышает относительное значение экологического риска при С/ПДК=1,5 на 15 %.

8. Для уменьшения пылевого загрязнения окружающей среды от хвостохранилища целесообразно использовать аэродинамический способ снижения пыления хвостохранилища, основанный на снижении скорости ветра у пылящей поверхности до величины устанавливаемой из условия не превышения концентрации пыли ее предельно-допустимому значению на границе санитарно-защитной зоны. Затраты на осуществление предложенного способа для условий Оленегорского ГОКа составляют 2,1 млн. рублей, при этом предотвращенный экологический ущерб составляет 20 млн. руб. (в целом от внедрения мероприятия), экономия на экологических платежах порядка 195 тыс. руб./год.

**Основные положения работы диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. Выбор критерия для обоснования мероприятий по охране воздушного бассейна при открытой разработке месторождений полезных ископаемых // Журнал Безопасность Жизнедеятельности № 8, 2003, с. 13-15. (Соавтор: С.Г. Гендлер).

2. Определение уровня аэротехногенного воздействия при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом // Сб. материалов III международной научной конференции. Пенза: ПГСХА, 2003, с. 46-47. (Соавтор: С.Г. Гендлер).
3. Использование экологического риска в качестве критерия для выбора рационального комплекса природоохранных мероприятий (Соавтор С.Г. Гендлер) // «Техногенная безопасность, надежность, качество, энергосбережение»: сборник материалов всероссийской конференции. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный строительный институт, 2003, с. 212-217.
4. Принципы оценки аэротехногенного воздействия предприятий на окружающую среду с учетом случайных факторов (на примере открытых горных работ). // Журнал Безопасность Жизнедеятельности № 6, 2004, с. 28-32. (Соавторы: С.Г. Гендлер, Е.И. Домпальм, В.А. Киселев).
5. Оценка аэротехногенного воздействия железорудных карьеров на основе критерия экологического риска // Тезисы докладов IV Международной конференции «Воздух-2004». – СПб, 2004, с. 144-146. (Соавтор: С.Г. Гендлер).
6. Принципы оценки негативного воздействия горнодобывающих предприятий на окружающую среду на основе экологического риска // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2004, № 11. – с. 124-128. (Соавторы: С.Г. Гендлер, Е.И. Домпальм, В.А. Киселев).
7. Риск аэрозольного загрязнения атмосферы при открытой разработке месторождений полезных ископаемых // Современные проблемы экологии и безопасности: Первая Всероссийская научно-техническая Интернет - конференция: Сб. матер. конф.: В IV т. Т. III –Тула: Изд-во ТулГУ, 2005, с. 54.
8. Пространственное распределение экологического риска при работе железорудных карьеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2006, № 1. – с. 196-200. (Соавтор: С.Г. Гендлер).

РИЦ СПГИ. 05.05.2006. З.179. Т.100 экз.  
199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, д.2

