

На правах рукописи

ВИЛКУЛ ЮРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ

УДК 622.271:622.834.85

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ  
ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ  
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Специальности: 05.15.03 — «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых»  
05.26.01 — «Охрана труда и пожарная безопасность»

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук



00777589 (0)

AB 30.476

Работа выполнена в Криворожском горнорудном институте

Научный консультант  
доктор технических наук, профессор Бызов В.Ф.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Ткачук К.Н.  
доктор технических наук, профессор Дриженко А.Ю.  
доктор технических наук, профессор Федоренко П.И.

Ведущая организация — Государственный институт по проектированию предприятий горнорудной промышленности «Кривбасспроект».

Защита диссертации состоится 30 июня 1994 г. в 13 часов на заседании специализированного совета Д 068.11.01 при Криворожском горнорудном институте по адресу: 324033, Кривой Рог, ул. XXII партсъезда, 11.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "27" мая 1994 года.

Ученый секретарь  
специализированного совета,  
канд. техн. наук, профессор

Фаустов Г.Т.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Разработка месторождений полезных ископаемых сопровождается, как правило, негативным влиянием на окружающую среду, нарушая ее природное равновесие. Особенно это ощущается в крупных горно-добывающих регионах. Примером может служить Криворожский железорудный бассейн, на территории которого расположен целый комплекс карьеров, отвалов, шламохранилищ и фабрик пяти горно-обогатительных комбинатов (ГОКов), являющихся интенсивными источниками загрязнения окружающей среды. Это приводит к необратимым изменениям воздушного и водного бассейнов региона, ландшафта, гидрогеологического режима и снижению плодородия почвы.

Сложившаяся ситуация имеет тенденцию к усилению негативного влияния как на природу, так и на здоровье жителей региона, в котором за последние годы повысились показатели общей заболеваемости населения и возрос уровень профессиональных заболеваний рабочих, занятых в горнорудной отрасли. Одним из факторов, усугубляющих сложившуюся ситуацию, является близкое расположение пяти крупнейших ГОКов, выбросы вредных веществ которых нередко накладываются друг на друга.

В настоящее время наметилась четкая тенденция - рассматривать горные предприятия как объекты природопользования с одновременной оценкой последствий их техногенного воздействия на окружающую среду, а также экологические и экономические анализы развития.

Решению проблем развития горнопромышленных комплексов посвящены работы В.Г. Ближникова, В.Ф. Бязова, Б.И. Иванова, А.И. Коваленко, Н.В. Мельникова, А.М. Михайлова, М.Г. Новожилова, М.Е. Певзнера, В.В. Ржевского, Б.А. Симкина, Б.Н. Тартаков-

ского, П.И. Томакова, К.Н. Трубецкого, Г.А. Холоднякова, В.С. Хохрякова, В.А. Щелканова и др.

Разработкой комплекса способов и средств снижения влияния выбросов и сбросов вредных веществ горнопромышленных предприятий на окружающую среду занимались такие ученые, как С.М. Андоньев, И.И. Афанасьев, П.В. Бересневич, Н.З. Битколов, А.М. Гервасьев, А.М. Гольшев, А.А. Гурин, В.Ф. Гурьев, А.Ю. Дриженко, Н.В. Дубченко, П.А. Коузов, И.Н. Логачев, В.А. Минко, В.А. Михайлов, О.Д. Нейков, В.С. Никитин, А.И. Пирумов, С.Б. Старк, К.Н. Ткачук, К.З. Ушаков, С.С. Филатов, О.В. Филиппьев, А.В. Хохряков, В.Н. Шаприцкий, Н.И. Швыдкой и др. Ими были предложены различные варианты экологической, экономической и технологической оценок работы горных предприятий.

Однако до настоящего времени отсутствуют критерии эколого-экономической оценки деятельности горнодобывающих предприятий с учетом их мощности, территориального расположения, горно-геологических условий разработки, уровня механизации, способов и средств сокращения влияния ГОКов на окружающую среду, что не дает возможности осуществлять их эффективную эксплуатацию.

Таким образом, возникла настоятельная необходимость в решении важнейшей научно-технической проблемы, заключающейся в разработке научных основ оптимизации параметров горных предприятий, обеспечивающих эффективные эколого-экономические показатели эксплуатации месторождений промышленного региона.

Решению этой актуальной проблемы и посвящена настоящая диссертационная работа, цель которой — определить оптимальные параметры горных предприятий, обеспечивающие эффективные эколого-экономические показатели.

В основу исследований положена идея, заключающаяся в соизмерении полезных результатов и вредных экологических последствий работы каждого ГОКа и определении на этой основе их параметров применительно к эксплуатации месторождения региона в целом.

Исследования, выполненные в данной работе, связаны с планом научных исследований Минпросвещения Украины — "Программа развития горнодобывающей промышленности Кривбасса в рыночных отношениях" и планами научных исследований ГОКов.

Основные защищаемые научные положения:

1. При производстве железосодержащей товарной продукции одинакового вида изменение мощности различных ГОКов по разному сказывается на изменении эколого-экономических показателей их деятельности.

2. На эколого-экономические показатели работы горных предприятий с открытым способом разработки основное влияние оказывают горно-геологические условия разработки и соотношение объемов производства различных видов железосодержащей товарной продукции.

3. Эколого-экономическую деятельность горных предприятий по добыче и переработке бедных железных руд в товарную продукцию целесообразно оценивать по предложенному критерию, позволяющему сопоставлять их вредное воздействие на окружающую среду с экономической эффективностью работы как отдельного предприятия, так и региона в целом.

4. При определении параметров ГСКов, обеспечивающих предельно допустимую экологическую нагрузку на регион, необходимо учитывать не только выбросы отдельного предприятия, но и их территориальное размещение.

5. Эффективное управление эколого-экономическим состоянием региона достигается путем использования разработанной методики, учитывающей комплексное влияние горно-геологических условий разработки, структуру производственных процессов, территориальное расположение объектов горно-обогатительного производства, способы и средства нейтрализации их вредного воздействия на окружающую среду.

Н а у ч н а я н о в и з н а результатов исследований заключается в следующем:

1. Установлены основные закономерности, отражающие влияние:

- горно-геологических и горнотехнологических условий разработки месторождений на экологическое состояние региона;
- производственной мощности комбинатов на эколого-экономические показатели разработки железорудных месторождений;
- организованных и неорганизованных выбросов ГСКов на образование зон концентраций пыли и газа в приземном слое атмосферы;
- технико-экономических показателей производства железосодержащей продукции на негативные экологические последствия работы ГСКов.

2. Предложен новый критерий оценки и разработаны методы расчетов эколого-экономических показателей как отдельного ГСКа, так и промышленного региона.

3. Впервые на базе комплексной эколого-экономической оцен-

ки деятельности ГСЖов разработаны научные основы оптимизации их параметров.

Поставленная в диссертации цель определила применение комплексного метода исследования, включающего анализ и научные обобщения практического опыта работы горно-обогатительных комбинатов, в том числе и с позиций сложившейся инфраструктуры, аналитические исследования, экономико-математическое и имитационное моделирование, технико-экономический и социально-экологический анализы, аппарат системных решений, методы математической статистики, лабораторные и промышленные эксперименты.

Объектами исследований являлись технологические процессы добычи и переработки полезных ископаемых, а также параметры горных предприятий с открытым способом разработки с точки зрения их влияния на окружающую среду.

Достоверность научных положений, вытекающих из них выводов и рекомендаций основывается на общепринятых положениях экономической оценки эффективности работы ГСЖов, технико-экономических анализах их деятельности с учетом принятой технологии работ, вида производимой продукции, применяемых методов расчета вредного экологического воздействия на окружающую среду технологических процессов, материалах использования рекомендаций в проектных и научных организациях.

Научное значение работы заключается в разработке научных основ оптимизации параметров горных предприятий железорудного региона, обеспечивающих эффективные эколого-экономические показатели, базирующиеся на эколого-экономической оценке соизмерения полезных результатов и негативных экологических последствий работы горных предприятий.

**Практическое значение работы** состоит в разработке методики определения оптимальных параметров ГСКов, обеспечивающих снижение вредного воздействия на окружающую среду, и в установлении полей концентрации вредных выбросов от различных источников загрязнения в виде экологических карт.

**Реализация работы.** Разработанные методики расчета эколого-экономической деятельности ГСКов и определения их параметров, а также результаты исследований по негативному влиянию отдельных производств на окружающую среду приняты институтами "Кривбасспроект", "Механобрчермет", НИГРИ, УНИИТЕ для использования в проектах реконструкции действующих и проектируемых ГСКов, для разработки инженерных мероприятий по снижению вредного влияния горного производства, составления нормативов предельно допустимых выбросов, а также разработки концепции развития горных предприятий Украины.

Отдельные положения диссертации применяются в учебном процессе в рабочих программах курсов: "Экология горного производства", "Охрана окружающей среды" и "Проектирование горных предприятий".

**Апробация работы.** Результаты исследований по диссертационной работе докладывались и обсуждались на ежегодных научно-технических конференциях Криворожского горнорудного института (1983-1993 гг.); научно-технической конференции "Современное состояние и перспективы развития бурового оборудования нового типа" (г. Челябинск, 1986 г.); Всесоюзной научно-практической конференции "Новые организационные структуры в экономике" (г. Ялта, 1991 г.); конференции "Экология Кривбасса - проблемы и перспектива" (г. Кривой Рог, 1993 г.); научно-технических советах ГСКов Украины.

Отдельные разработки диссертационной работы экспонировались на ВДНХ СССР, где были отмечены тремя серебряными медалями.

**П у б л и к а ц и и.** Основное содержание диссертации опубликовано в 31 работе, в том числе в 5 авторских свидетельствах на изобретения.

**О б ъ е м и с т р у к т у р а р а б о т ы.** Диссертация изложена на 417 страницах машинописного текста, включает 114 рисунков, 95 таблиц, список использованной литературы из 247 наименований. Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения. В приложении к диссертации приведены материалы и документы, подтверждающие использование результатов работы.

Автор выражает глубокую благодарность доктору технических наук, профессору В.Ф. Бызову за научные консультации, докторам технических наук, профессорам В.Г. Близнюкову и П.В. Бересневичу за постоянное внимание к исследованиям и ценные советы при обсуждении их результатов на разных этапах выполнения.

Автор выражает признательность сотрудникам лаборатории физико-технических проблем разработки рудных месторождений и кафедры открытых горных работ Криворожского горнорудного института, а также работникам производства, научных и проектных институтов за содействие в сборе материалов и реализации результатов исследований.

#### ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Поставленная в диссертационной работе цель достигнута выполнением исследований по структурной схеме, отражающей весь комплекс работ — от анализа состояния и перспектив развития ГСКов Кривбасса до установления основных закономерностей вредного влияния их работы на окружающую среду, обоснования критерия оцен-

ки эколого-экономической деятельности, классификации зон региона по пылегазовыделению и определению оптимальных параметров ГСЖов Кривбасса.

Добыча сырой железной руды открытым способом и переработка ее до товарной продукции — концентрата, агломерата и окатышей — осуществляется пятью крупными горно-обогатительными комбинатами, в составе которых десять действующих карьеров. Максимально возможную производительность этих карьеров по руде можно определить укрупненно по наличию активного рудного фронта работ. Расчеты показывают, что активный рудный фронт может достигнуть более 21 км, объемы добываемой неокисленной руды могут превысить 250 млн. тонн при объеме вскрышных работ более 207 млн. м<sup>3</sup> в год. Такие возможности карьеров Кривбасса позволяют обеспечить железосодержащей продукцией металлургический комплекс Украины до 2010 года.

Вместе с тем в настоящее время на Украине возникли значительные проблемы с энергоресурсами. Ориентация горно-металлургического комплекса на страны СЭВ и его распад привели к переориентации рынков сбыта продукции ГСЖов. Это, в свою очередь, привело к снижению производства на данном этапе и к сложности в прогнозировании объемов выпуска продукции. В таких условиях практически невозможно установить основные закономерности эколого-экономической деятельности ГСЖов Кривбасса. В этой связи в настоящих исследованиях рассмотрен наиболее стабильный за последнее время период их работы, который приходится на 1988—1990 годы.

Деятельность ГСЖов сопровождается значительными пылегазовыми выбросами и большими площадями отчуждаемых земель. Однако они не находятся в логической взаимосвязи с экономической эф-

фektivностью работы ГСКов. Так, например, для НКГОКа характерны значительные выбросы, по сравнению с другими ГСКами, при довольно небольшой прибыли. И наоборот, СевГОК при сравнительно небольших выбросах имеет большую прибыль.

Основными источниками вредного воздействия на окружающую среду являются карьер, отвалы, дробильные, обогатительные фабрики, фабрики по производству скатшей, аглофабрики и шламохранилища.

Из изложенного следует, что вредное воздействие ГСКов на окружающую среду выражается, прежде всего, в отчуждении земли, общая площадь которой в Кривбассе составляет более 25 тыс.га, в суммарном пылегазовыделении, которое составляет более 960 тыс. тонн в год. Источниками наибольшего пылегазовыделения на ГСКах являются фабрики по производству агломерата и скатшей. Работа всех горно-обогатительных комбинатов неблагоприятно влияет на водный бассейн региона, загрязняя реки высокоминерализованными водами. Из карьеров ежегодно откачивается более 17 млн.м<sup>3</sup> высокоминерализованных вод.

Можно выделить несколько основных направлений уменьшения вредного воздействия горно-обогатительного производства на окружающую среду. Наиболее результативным из них является снижение производства товарной продукции. Второй путь - применение специальных способов и средств пылегазоподавления по всей технологической цепи. Третий - замена технологий или отдельных процессов на более экологичные. Но все же наибольший интерес представляет направление, которое может быть реализовано без снижения объемов производства и увеличения затрат, - распределение объемов производства на более экологичные предприятия. Это возможно в случае установления влияния объемов горно-обогат-

тительного производства на эколого-экономические показатели его работы.

Рассмотрим результаты исследований влияния объемов производства на экономические показатели и негативное воздействие ГСЖов на окружающую среду.

Количество пылегазовыделения из карьера в зависимости от производственной мощности комбината можно определить по формуле

$$B_K = \frac{\frac{M_K(1-W_K)}{Fe_K} + \frac{M_a}{\gamma_a Fe_a} + \frac{M_0}{\gamma_0 Fe_0}}{\gamma_K} (1+n) d_K, \text{ г/год, (I)}$$

где  $M_K$ ,  $M_a$  и  $M_0$  - количество металла соответственно в товарном концентрате, агломерате и окатышах, т/год;  $W_K$  - влажность концентрата, доли ед.;  $Fe_K$ ,  $Fe_a$  и  $Fe_0$  - содержание железа соответственно в концентрате, агломерате и окатышах, доли ед.;  $\gamma_K$ ,  $\gamma_a$  и  $\gamma_0$  - выход из руды соответственно концентрата, агломерата и окатышей, доли ед.;  $n$  - коэффициент вскрыши, т/т;  $d_K$  - суммарное пылевыведение из карьера при выемке 1 т горной массы, г.

Как следует из формулы (I), мощность комбината выражена количеством металла в производимой железосодержащей товарной продукции. Расчеты, выполненные по этой формуле, позволили установить влияние производительности каждого комбината  $M$  на пылегазовыделение из карьеров  $B_K$  (рис. I). Точка  $\Phi$  на каждом графике показывает объем пылегазовыделения в карьерах при фактическом объеме производства в товарной продукции.

Сравнительную оценку можно представить более наглядно, трансформировав эти зависимости в зависимость приращения коли-

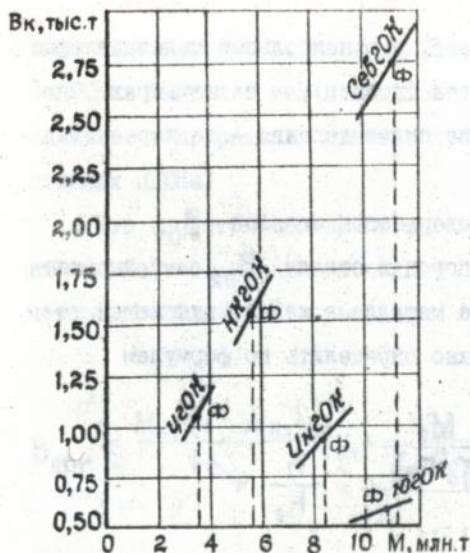


Рис. 1. Влияние мощности комбинатов на пылегазо-выделение из карьеров

чества пылевыведения  $\Delta B_k$  от приращения объемов металла  $\Delta M$  в товарной продукции (рис. 2).

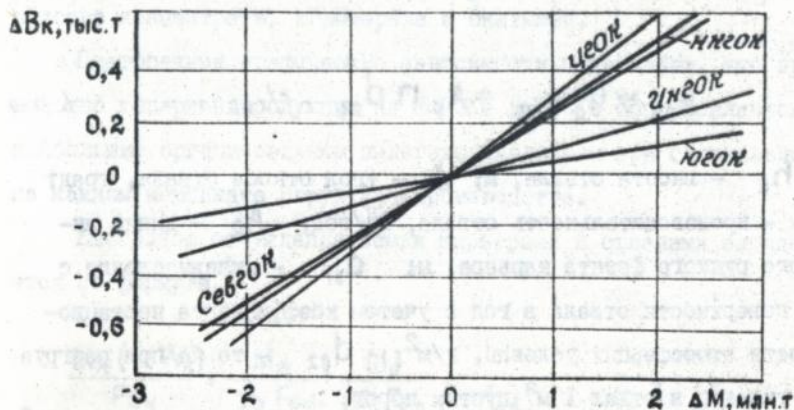


Рис. 2. Влияние приращения объема металла в товарной продукции комбинатов на приращение количества пылевыведений из карьеров

Анализ рис. 1 и 2 показывает, что наибольшее пылевыведение связанное с объемами производства (добычи), — на карьерах СевГЖКа, а наибольшее приращение пылевыведения — на карьерах ЦГЖКа.

Пылевыведение с рабочей поверхности отвалов  $B_{01}$ , а также при разгрузке и укладке пород в отвалы  $B_{02}$ , выраженное в зависимости от количества металла в железосодержащей товарной продукции комбината, можно определить по формулам

$$B_{01} = \left[ \frac{M_K(1-W_K) + \frac{M_a}{\gamma_a Fe_a} + \frac{M_0}{\gamma_0 Fe_0}}{\gamma_K} \cdot \frac{n}{h_0} + \frac{\pi h_0}{2 \sin \alpha} \left( 2 \sqrt{\frac{2 \left( \frac{M_K(1-W_K)}{Fe_K} + \frac{M_a}{\gamma_a Fe_a} + \frac{M_0}{\gamma_0 Fe_0} \right) n}{\gamma_K \pi h_0}} + h_0 \operatorname{ctg} \alpha \right) \right] d_{01}, \text{ г/год}; \quad (2)$$

$$B_{02} = Q_0 d_{02} = A_p n d_{02}, \text{ г/год}, \quad (3)$$

где  $h_0$  — высота отвала, м;  $\alpha$  — угол откоса отвала, град;  $Q_0$  — производительность отвала, м<sup>3</sup>/год;  $A_p$  — длина активного рудного фронта карьера, м;  $d_{01}$  — пылевыведение с 1 м<sup>2</sup> поверхности отвала в год с учетом коэффициента нестационарности атмосферных условий, г/м<sup>2</sup>;  $d_{02}$  — то же при разгрузке и укладке в отвал 1 м<sup>3</sup> пустых пород, г.

С учетом этих формул определено влияние производительности комбината на пылевыведение отвалов и влияние приращения производительности комбината на приращение пылевыведения с отвалов пустых пород. При этом установлено, что наименьшее количество

пыли выделяется с отвалов ИнГОКа, а наибольшее — с отвалов СевГОКа. Вместе с тем наибольшее приращение пылевыведения при одинаковом приращении производительности ГОКов наблюдается на отвалах ЦГОКа.

Что касается суммарных организованных пылегазовыведений, то их количество, в зависимости от производительности комбината, можно определить из выражения

$$V_{\text{орг}} = \frac{M_{\text{к0}}(1-W_{\text{к0}})}{Fe_{\text{к0}}} d_{\text{ок}} + \frac{M_{\text{а}}}{\gamma_{\text{а}} Fe_{\text{а}}} d_{\text{агл}} + \frac{M_{\text{о}}}{\gamma_{\text{о}} Fe_{\text{о}}} d_{\text{о}}, \text{ т/год}, \quad (4)$$

где  $M_{\text{к0}}$ ,  $M_{\text{а}}$  и  $M_{\text{о}}$  — количество металла соответственно в концентрате, агломерате и окатышах, т/год;  $d_{\text{ок}}$ ,  $d_{\text{агл}}$  и  $d_{\text{о}}$  — удельное пылегазовыведение соответственно при производстве концентрата, агломерата и окатышей.

Построенные графические зависимости показывают, что производство товарной продукции на НКГОКе и КГОКе сопровождается наибольшим организованным пылегазовыведением при сложившейся на каждом комбинате структуре производства.

Ежегодное отчуждение земли карьерами и отвалами определяется по формуле

$$S = \frac{\frac{M_{\text{к}}(1-W_{\text{к}})}{Fe_{\text{к}}} + \frac{M_{\text{а}}}{\gamma_{\text{а}} Fe_{\text{а}}} + \frac{M_{\text{о}}}{\gamma_{\text{о}} Fe_{\text{о}}}}{\gamma_{\text{к}}} \left( \frac{L_{\text{в}}}{L_{\text{р.ф}} h_{\text{у}} \Psi} + \frac{n}{h_{\text{о}}} \right), \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5)$$

где  $L_{\text{в}}$  — протяженность верхнего рабочего уступа, м;  $L_{\text{р.ф}}$  — длина активного рудного фронта работ в карьере, м;  $h_{\text{у}}$  — высота рудных уступов, м;  $\Psi$  — плотность руды, т/м<sup>3</sup>.

Влияние мощности комбинатов  $M$  на ежегодное отчуждение земли карьерами и отвалами приведено на рис. 3.

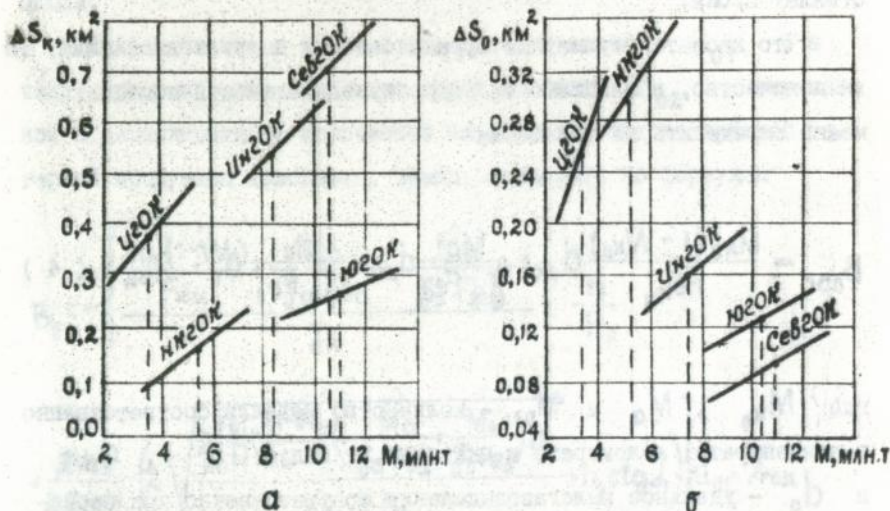


Рис. 3. Графики зависимости ежегодного отчуждения земли карьерами (а) и отвалами (б) от мощности комбинатов

А на рис. 4 показано влияние приращения производственной мощности комбинатов  $\Delta M$  на приращение отчуждения земли карьерами и отвалами.

Как следует из рис. 3 и 4 наибольшее отчуждение земли карьерами имеет место на СевГОКе, а отвалами — на НКГОКе; в то же время наибольшее приращение отчуждения земли карьерами и отвалами наследуется на ЦОКе.

Таким образом, впервые для горно-обогатительных комбинатов установлены количественные зависимости прилегающего выделения различных источников и отчуждения земли под карьеры и отвалы

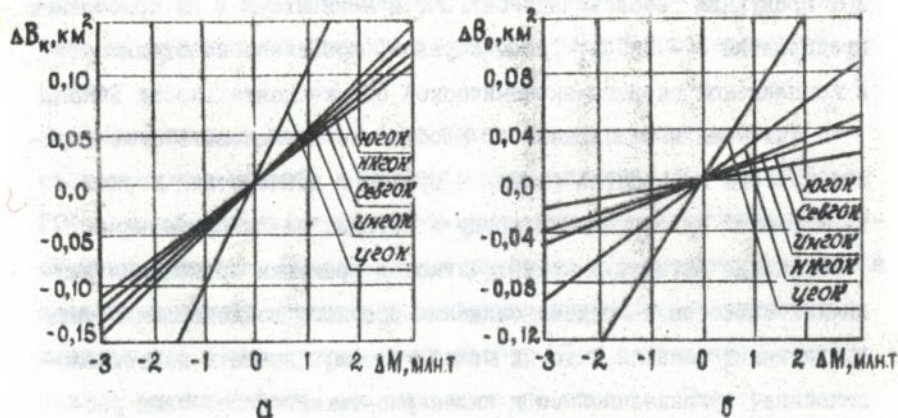


Рис. 4. Влияние приращения производственной мощности комбинатов на приращение отчуждения земли карьерами (а) и отвалами (б)

от объемов производства металла в железосодержащей товарной продукции. Из этого можно сделать важный вывод о том, что в силу различия горно-геологических условий разработки месторождений, структуры и технологии производства товарной продукции одинаковые изменения мощности различных комбинатов приводят к разным изменениям их вредного воздействия на окружающую среду.

При этом значительный интерес представляет не только экологическое воздействие комбината, но и экономические результаты их работы. С этой позиции важное значение приобретают также установленные нами количественные зависимости годовой прибыли комбината от его производительности, из которых следует, что единственным убыточным предприятием в исследуемый период является ЦГОК. Естественно, чем больше его производительность, тем

больше убыток. Наибольшую прибыль на одну тонну металла в товарной продукции обеспечивает СевГОК, а наименьшую ( из прибыльных предприятий ) – ИнГОК. Таким образом, возникает необходимость в комплексной эколого-экономической оценке деятельности ГОКов.

Учитывая вышеизложенное, необходимо исследовать существующие способы и средства снижения вредного воздействия горных предприятий на окружающую среду и затраты на их применение.

Анализ литературных источников и практики применения различных способов и средств снижения вредного воздействия горных предприятий показал, что их можно классифицировать на технологические, организационные и инженерно-технические. Нами рассмотрены основные способы и средства снижения вредного воздействия на окружающую среду источниками всех технологических процессов ГОКа. При этом получены формулы, позволяющие определить эффективность различных способов и средств снижения негативного воздействия и затраты на их применение. В качестве примера приведем формулы для определения величины снижения пылегазовыделения на карьерах  $\Delta B_{к\gamma}$  и затрат на способы и средства пылегазоподавления  $Z_{к\gamma}$  :

$$\Delta B_{к\gamma} = \frac{\frac{M_k(1-W_k)}{F_{ek}} + \frac{M_a}{\gamma_a Fe_a} + \frac{M_o}{\gamma_o Fe_o}}{\gamma_k} (1+n) d_k \cdot d_{к\gamma} \cdot 1/\text{год}; \quad (6)$$

$$Z_{к\gamma} = \frac{\frac{M_k(1-W_k)}{F_{ek}} + \frac{M_a}{\gamma_a Fe_a} + \frac{M_o}{\gamma_o Fe_o}}{\gamma_k} (1+n) C_{к\gamma} \cdot \text{руб/год}; \quad (7)$$

где  $d_{кy}$  — величина снижения пылегазовыделения от применяемых способов и средств пылегазоподавления, г/т;  $C_{кy}$  — затраты на применяемые способы и средства пылегазоподавления, руб/т.

Выполненные исследования показали, что применяемые в настоящее время способы и средства снижения вредного воздействия ГОКов не обеспечивают существенного улучшения экологической обстановки региона. Использование же более эффективных способов и средств снижения вредного воздействия потребует значительных капитальных и эксплуатационных затрат. При современном состоянии экономики Украины это выполнить невозможно. Вместе с тем применяемые способы и средства снижения вредного воздействия на конкретном ГОКе следует учитывать при разработке методики эколого-экономической оценки региона.

Объем пылегазовых выделений из карьеров во многом зависит от объема вскрышных работ и качества добываемых руд. Нами получены формулы для определения объемов пылевыведений  $B_{к.п}$  и газовыведений  $B_{к.г}$  :

$$B_{к.п} = \frac{1+n}{\gamma_k} \cdot \frac{d_{к.п} \cdot K}{\gamma_p} = m \cdot \frac{d_{к.п}}{\gamma_p}, \text{ т/год}; \quad (8)$$

$$B_{к.г} = \frac{1+n}{\gamma_k} \cdot \frac{d_{к.г} \cdot K}{\gamma_p} = m \cdot \frac{d_{к.г}}{\gamma_p}, \text{ т/год}; \quad (9)$$

где  $d_{к.п}$  и  $d_{к.г}$  — соответственно удельные пыле- и газовыделения, т/год;  $m$  — коэффициент горной массы, т/т.

Расчеты по этим формулам позволили построить графические

зависимости количества пылевыведений в карьерах от качества добываемой руды и коэффициента вскрыши ( рис. 5 ).

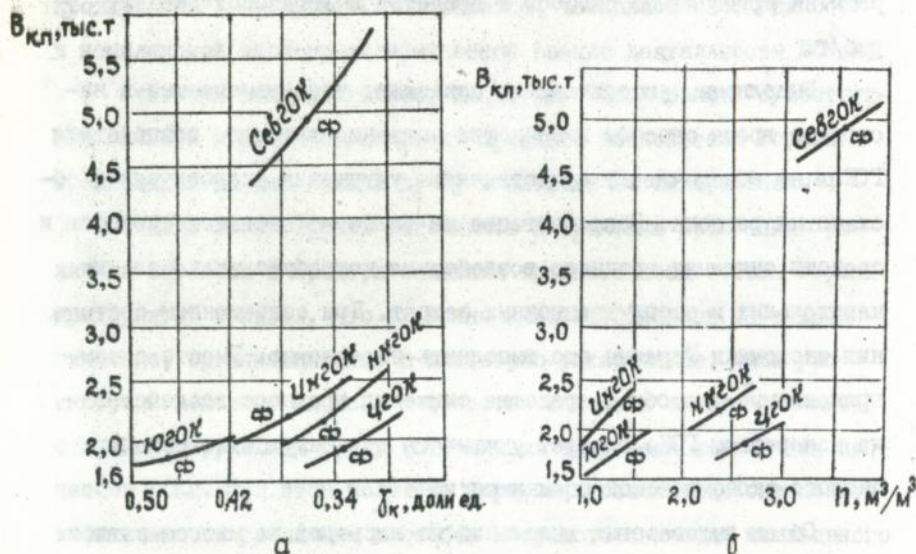


Рис. 5. Влияние качества добываемой руды (а) и коэффициента вскрыши (б) на количество пылевыведений в карьерах

Из рис. 5 видно, что количество пылевыведений из карьера возрастает с увеличением коэффициента вскрыши и снижается при добыче руды лучшего качества. Очевидно, для улучшения экологической обстановки в карьерах необходимо выбирать режим горных работ, характеризующийся меньшими коэффициентами вскрыши и лучшим качеством руды. Однако чаще всего не удается выбрать режим горных работ в карьере, характеризующийся одновременно минимальными коэффициентами вскрыши и наилучшим качеством руды, так как взаимосвязь этих показателей обусловлена горно-геологическим

строением месторождения. Поэтому необходим такой показатель, который отражал бы совместное влияние объемов вскрыши и качества руды на величину пылегазовыделений. Проведенные исследования показали, что таким показателем является коэффициент горной массы

$$B_{к.п}, B_{к.г} = f(m). \quad (10)$$

Таким образом, для улучшения экологической обстановки в районах разработки необходимо стремиться к уменьшению коэффициента горной массы, который можно использовать при экологической оценке горных работ.

Вместе с тем при эколого-экономической оценке горных работ следует учитывать уровень комплексной механизации технологических процессов на карьере. Нами были проанализированы различные виды механизации: буровые станки, экскаваторы, технологический транспорт, бульдозеры, дробилки. Следует отметить, что на разных карьерах применяется неодинаковый тип оборудования и транспорт. При этом наиболее экологичной является технология, при которой используется шарошечный станок СБШ-250 МН, экскаватор ЭКГ-8И, железнодорожный электрофицированный транспорт - суммарное пылегазовыделение  $11,3 \cdot 10^3$  мг/м<sup>3</sup>. Наихудший, с точки зрения выделения вредных примесей, вариант сочетания: станок огневого бурения, экскаватор ЭКГ-12,5, автотранспорт (автосамосвал 110 т) - суммарное пылевыведение  $4682,6 \cdot 10^3$  мг/м<sup>3</sup>. В данном случае экспертная оценка технологий совпадает с количественной: лучшая и худшая, с точки зрения экологии, технологии набрали соответственно 4,37 и 207,01 баллов. Так как оценка произведена по средним показателям выбросов вредных примесей в карьерах Кривбасса, то с учетом пылегазовы-

деления при транспортировании принято расстояние откатки  $I$  км для всех сравниваемых вариантов.

При сравнительной оценке пылегазовыделения в карьерах Кривбасса с учетом сложившихся структур механизации производственных процессов установлено, что наименьшие удельные выбросы вредных примесей зафиксированы на КГСКе.

Результаты теоретических исследований также подтверждают, что на карьере КГСКа применяется лучшая, с точки зрения экологии, технология горных работ.

Таким образом, можно выбрать наиболее экологичную технологию для любого карьера. Но так как она может оказаться экономически невыгодной, то в каждом случае необходимо выполнять комплексную эколого-экономическую оценку. Очевидно, более целесообразной будет технология, обеспечивающая минимальное количество вредных выбросов на один рубль прибыли, получаемой от разработки месторождения

$$\frac{P(1+n)[d_{\delta} + d_{\varepsilon} + d_{\tau} + L_{\tau}]}{P\gamma C_{\kappa} - P\gamma C_{\eta} - P(1+n)[C_{\delta} + C_{\varepsilon} + C_{\tau} + L_{\tau}]} \rightarrow \min, \quad (II)$$

где  $P(1+n)$  - объем горной массы, извлекаемой из карьера,  $m^3$ ;  $P$  - объем руды, добываемой в карьере,  $m^3$ ;  $n$  - коэффициент вскрыши,  $m^3/m^3$ ;  $P\gamma C_{\kappa}$  - стоимость концентрата, полученного из добытой в карьере руды, руб;  $\gamma$  - выход концентрата из руды, доли;  $C_{\kappa}$  - оптовая цена концентрата, руб/т;  $P\gamma C_{\eta}$  - затраты на передел всей руды в концентрат, руб;  $C_{\eta}$  - затраты на передел в себестоимости  $I$  т концентрата, руб;  $C_{\delta} + C_{\varepsilon} + C_{\tau} + L_{\tau}$  - затраты на извлечение из карьера  $I$   $m^3$  горной массы,

руб/м<sup>3</sup>;  $C_6$  - затраты на обустройство горной массы, руб/м<sup>3</sup>;  
 $C_9$  - затраты на экскавацию горной массы, руб/м<sup>3</sup>;  $C_T$  -  
 затраты на транспортирование 1 м<sup>3</sup> горной массы, руб/м<sup>3</sup>.

Учитывая вышеизложенное можно сделать вывод о том, что эколого-экономическую оценку горно-обогатительного комбината необходимо производить по отношению суммарного пылегазовыделения к прибыли от реализации товарной продукции.

Эколого-экономическую оценку деятельности горных предприятий промышленного региона можно характеризовать отношением суммарного пылегазовыделения этих предприятий к суммарной их прибыли от производства товарной продукции. Для получения наибольшего эколого-экономического эффекта работы предприятия и промышленного региона в целом эти соотношения необходимо минимизировать. Причем, при определении прибыли следует учитывать суммарные затраты комбината на производство продукции и затраты на пылегазоподавление. С учетом изложенного предложен критерий эколого-экономической оценки деятельности отдельного ГОКа

$$\left( \sum_{j=1}^y B_j - \sum_{j=1}^y \Delta B_j \right) / \left( \Pi - Z - \sum_{j=1}^y Z_j \right) \rightarrow \min \quad (12)$$

и совместной деятельности ГОКов промышленного региона

$$\frac{\sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y B_{ji} - \sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y \Delta B_{ji}}{\sum_{i=1}^x \Pi_i - \sum_{i=1}^x Z_i - \sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y Z_{ji}} \rightarrow \min, \quad (13)$$

где  $\sum_{j=1}^y B_j$  - суммарный объем пылегазовыделений  $j$ -х объектов ГСКа, т/год;  $\sum_{j=1}^y \Delta B_j$  - суммарное уменьшение пылегазовыделения  $j$ -х объектов ГСКа от применения различных способов пылегазоподавления, т/год;  $\sum_{j=1}^y Z_j$  - суммарные затраты на нейтрализацию вредного воздействия  $j$ -х объектов комбината на окружающую среду, руб/год;  $y$  - количество объектов ГСКа, вредно воздействующих на окружающую среду;  $i$  - индекс суммирования показателей по различным ГСКа.

Для эколого-экономической оценки деятельности горно-обогатительных комбинатов нами разработана математическая модель эксплуатации месторождений региона в виде комплекса программ для ЭВМ. Угруппированная блок-схема этого комплекса включает следующие основные пакеты: формирования интегральных эколого-экономических показателей производств комбинатов; пропорциональное изменение экономико-экологических характеристик показателей производств комбината; оптимизацию структуры звеньев производств комбинатов для получения рациональных значений эколого-экономических показателей; анализа влияния параметров отдельных производств и их показателей, а также структурных решений на интегральные характеристики региона.

Формирование показателей комбината путем математического моделирования его работы производится с помощью разработанной блок-схемы, учитывающей формирование эколого-экономических показателей карьера, фабрик, шламохранилищ, отвалов, а также способы и средства пылегазоподавления на всех технологических процессах. Это дает возможность произвести необходимые расчеты для полной эколого-экономической оценки деятельности комбината с последующим определением его оптимальных параметров.

Оптимизация производится с использованием метода статисти-

ческих испытаний: генерируется последовательность случайных чисел, в соответствии с которой формируется вариант распределения производительности и средств пылегазоподавления, рассчитываются экологические и экономические показатели варианта; вычисляется критерий эколого-экономической эффективности исследуемого варианта распределения производительности и средств пылегазоподавления. После перебора заданного числа вариантов в файле оптимальных вариантов накапливается заданное число оптимальных вариантов, из которых выбирается наиболее приемлемый с точки зрения эколого-экономических показателей. Блок-схема оптимизации объемов производства по ГОКом приведена на рис. 6.

Таким образом, разработанная методика позволяет решать широкий круг вопросов, связанных с определением параметров горных предприятий с учетом их производительности, приближения, нанесения ущерба окружающей среде и дополнительных затрат на улучшение экологической обстановки в регионе до допустимых норм. Нами рассмотрены возможные варианты эколого-экономической деятельности ГОКов при варьировании их производительности в диапазоне от  $\pm 20$  до  $\pm 50\%$ . Анализируя эти варианты, можно сделать вывод о том, что только за счет рационального перераспределения нагрузки по комбинатам, без снижения производства металла по региону, можно уменьшить суммарное пылегазовыделение на 10-15% без дополнительных затрат.

Предложенная методика и комплекс программ позволяет поставить на научную основу разработку концепции эколого-технологического развития горнорудной промышленности Кривбасса, обеспечивающей рациональную загрузку горно-обогатительных предприятий при минимальном экологическом ущербе как для отдельного предприятия, так и для всего региона.

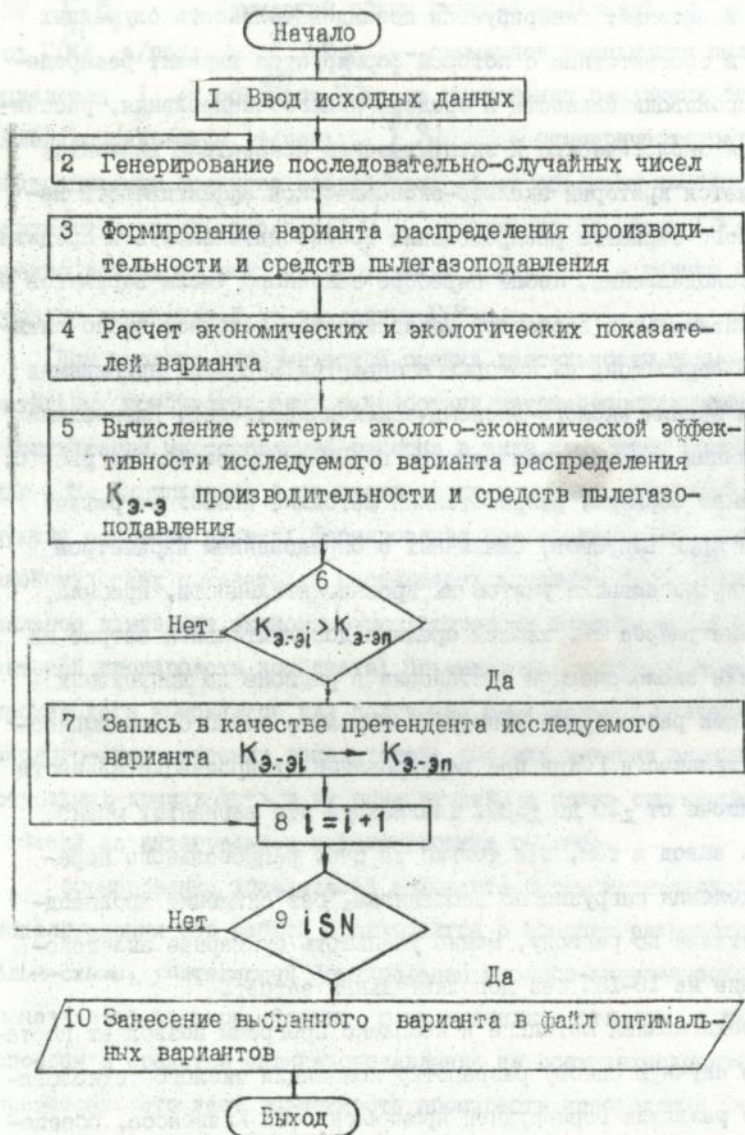


Рис. 6. Блок-схема оптимизации объемов производств по ГЖам

На основании расчетов экологического состояния региона, влияния атмосферных условий на формирование зон концентрации пылегазовых выбросов, а также полученных закономерностей изменения концентрации пыли и газов в зависимости от различных источников загрязнения установлены зоны с различной концентрацией вредных выбросов. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод с том, что наибольшие загрязнения приходится на приземные зоны атмосферы ЦГОКа, НКГОКа и КГОКа. Так, максимальные концентрации неорганической пыли в приземном слое атмосферы ЦГОКа достигают 30 долей ПДК, а НКГОКа и КГОКа - 100 долей ПДК. Площади зон загрязнения приземной атмосферы с концентрацией пыли выше ПДК составляют для ИнГОКа -  $20,63 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ , СевГОКа -  $20,92 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ , ЦГОКа -  $76,45 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ , КГОКа -  $13,44 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ , НКГОКа -  $9,14 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ .

По разработанной методике определены существующие и возможные снижения объемов выбросов, которые были использованы для установления зон с различной концентрацией вредных веществ в приземном слое атмосферы. Результаты этих исследований позволили составить экологические карты, отражающие негативное влияние деятельности как отдельного ГОКа, так и совместно всех ГОКов региона.

Экологические карты представлены в виде изолиний загрязнения приземного слоя атмосферы как при существующих объемах вредных выбросов, так и при возможно достижимом их снижении. Эти карты наглядно свидетельствуют, что внедрение рекомендаций по выполненным исследованиям позволяют снизить концентрацию вредных веществ в атмосфере жилых районов Кривбасса в 3-5 раз по сравнению с существующей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований осуществлено теоретическое обобщение и решена крупная проблема по разработке научных основ развития гоного региона и оптимизации параметров горных предприятий, обеспечивающих снижение вредного воздействия на окружающую среду. Решение этой проблемы имеет большое народнохозяйственное и социальное значение, так как дает возможность без дополнительных затрат улучшить экологическую обстановку в крупнейшем железорудном регионе.

Основные выводы и рекомендации сводятся к следующему:

1. Определено вредное воздействие горно-обогатительного производства на окружающую среду, которое проявляется в отчуждении более 25 тыс. га земли, суммарном пылегазовыделении, составляющем около 960 тыс. т в год, в загрязнении водного бассейна — ежегодно откачивается 17–18 млн. м<sup>3</sup> карьерной воды.

2. Предложены методы расчета количественных зависимостей вредного воздействия горно-обогатительного производства на окружающую среду от объемов товарной продукции и горно-геологических условий месторождений. Для всех ГОКов Кривбасса установлены количественные зависимости годового пылегазовыделения различных источников и отчуждения земли под карьеры и отвалы от годовых объемов производства металла в железосодержащей товарной продукции. Установлено, что одинаковые изменения мощности различных комбинатов приводят к различным изменениям их вредного воздействия на окружающую среду.

3. Произведен анализ современных способов и средств снижения вредного воздействия горно-обогатительного производства на окружающую среду. Определена эффективность указанных средств,

которая колеблется в пределах 30-80% и зависит от физических свойств и типа горных пород, используемой технологии разработки месторождения, метеорологических факторов. Основными способами и средствами сокращения организованных технологических и аспирационных выбросов, применяемых в настоящее время на фабриках ГСЖов, являются инженерно-технические, из которых главная роль принадлежит очистке выбросов от вредных примесей. На ГСЖах Кривбасса эксплуатируется более 1000 аппаратов очистки выбросов, около трехсот из которых установлены на технологических агрегатах, остальные - в аспирационных системах. Эксплуатируемые на ГСЖах Кривбасса очистные аппараты очищают выбросы только от пылевых примесей. Эффективность способа пылеподавления неорганизованных выбросов не превышает 40-50%.

В результате установлено, что применяемые способы и средства снижения вредного воздействия ГСЖов на окружающую среду не обеспечивают нормативов по предельно допустимым выбросам. Замена их на более эффективные потребует значительных затрат, а в отдельных случаях - и реконструкцию производств.

4. Установлено, что вредное воздействие горно-обогатительного производства на окружающую среду можно уменьшить путем: снижения объема товарной продукции в целом по региону или перераспределения его по мере возможности на менее вредные предприятия; замены технологии или отдельных процессов производства железосодержащей продукции на более экологичные; применения специальных способов нейтрализации вредного воздействия по всей технологической цепочке производства товарной продукции.

5. Эколого-экономическую оценку этих направлений необходимо производить по соотношению суммарного пылегазовыделения при работе горного предприятия и прибыли этого предприятия от реа-

лизации товарной продукции. Эколого-экономическую же оценку деятельности горных предприятий промышленного региона следует характеризовать соотношением суммарного пылегазовыделения горных предприятий региона и суммарной прибыли промышленного региона от производства товарной продукции.

Предложен новый критерий эколого-экономической оценки деятельности как отдельного горно-обогатительного комбината, так и горных предприятий региона. В основу критерия положен системный учет суммарного объема пылегазовыделения объектов ГСКа, суммарное уменьшение такового от применения различных способов и средств пылегазоподавления и суммарные затраты на снижение вредного воздействия объектов комбината на окружающую среду.

Для получения максимального эколого-экономического эффекта работы предприятия и промышленного региона в целом эти соотношения необходимо минимизировать. Установлено, что коэффициент горной массы находится в тесной корреляционной взаимосвязи с предложенным критерием эколого-экономической деятельности горного предприятия.

6. Разработаны методика и математическая модель общей эколого-экономической оценки деятельности горно-обогатительных предприятий и региона в целом. Установлено влияние горно-обогатительного производства на эколого-экономические результаты деятельности предприятий. Методика позволяет оптимизировать параметры ГСКов Кривбасса, обеспечивающие эффективные эколого-экономические показатели.

Рациональное соотношение производств по ГСКа Кривбасса позволяет при сохранении объемов производства и прибыли снизить экологическую нагрузку на регион на 10-15%.

7. При сложившейся в настоящее время тенденции к снижению

суммарного объема производства железосодержащей продукции ГОКами региона на 35-40% и по количеству содержащегося в ней металла на 25-30% общие объемы вредных выбросов за счет рационального перераспределения объемов производства, определенного по разработанной методике, уменьшаются в 2-2,5 раза.

8. Составлены экологические карты региона, представленные в виде изолиний загрязнения приземного слоя атмосферы как при существующих объемах вредных выбросов, так и при возможно достижимом их снижении.

9. Результаты исследований по оптимизации параметров ГОКов и вредному влиянию отдельных производств на окружающую среду приняты институтами "Кривбасспроект", "Механобрчермет", НИГРИ, УНИИГЭ для использования в проектах реконструкции действующих и проектируемых ГОКов, при разработке инженерных мероприятий по снижению вредного влияния горного производства, составлении нормативов предельно допустимых выбросов, а также при разработке концепции развития горных регионов Украины.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Определение параметров систем усреднения качества руд на горно-обогатительных комбинатах. /Соавторы: В.Ф. Бызов, И.И. Максимов //Горный журнал. - 1982. - № 8. - С. 59-63.

2. Об усреднении качества руд при объединении грузопотоков. /Соавторы: В.Г. Близнюков, И.И. Максимов //Металлургическая и горнорудная промышленность. - 1982. - № 2. - С. 64-65.

3. Влияние параметров экскаваторных забоев на частотный состав колебаний качества руды. /Соавторы: В.Ф. Бызов, И.И. Максимов //Кольма. - 1983. - № 4. - С. 12-14.

4. Особенности колебаний качества руды при циклично-поточной технологии. /Разраб.руд.месторождений: Респ.межвед.науч.-техн.сб. - 1983. - Вып. 35. - С. 88-91.

5. Электротермошерошечное бурение (ЭТШ) как составная часть комбинированной технологии. Тезисы докладов научно-технической конференции "Современное состояние и перспективы развития бурового оборудования нового типа". /Соавторы: В.Ф. Бызов, А.И. Евтушенко, В.Д. Ицхакин, М.М. Браверман, С.А. Костриков //Челябинск. - 1986. - С. 29-30.

6. Математическое моделирование работы перегрузочного комплекса, оборудованного перегружателем-дозатором при перегрузке горной массы с конвейерного в железнодорожный транспорт. /Соавторы: В.Ф. Бызов, О.А. Гуляева, В.Д. Ицхакин //Киев. - 1986. - 43 с. - Деп. в УкрНИИТИ, № 1837 Ук-86.

7. Разработка и внедрение системы планирования оперативно-го учета и анализа технико-экономических показателей комплекса обогащения ИнГКа с применением ЭВМ третьего поколения. /Соавторы: В.Ф. Бызов, О.А. Гуляева, В.Д. Ицхакин, Л.А. Захарова

//Киев. - 1986. - 5 с. - Деп. в УкрНИИТИ, № 1638 Ук-86.

8. Электротермошарошечное бурение (ЭТШ) в условиях Ингулецкого ГОКа. Тезисы докладов научно-технической конференции "Современное состояние и перспективы развития бурового оборудования нового типа". /Соавторы: Браверман М.М., Бызов В.Ф., Евтушенко А.И., Ицхакин В.Д., Костриков С.А. //Челябинск, 1986. - С. 28-29.

9. Определение амплитудно-частотного состава колебаний качества объединенного рудопотока карьера. /Соавторы: В.Ф. Бызов, И.И. Максимов, В.А. Завсегдашний, С.В. Литвинов //Киев. - 1988. - II с. - Деп. в УкрНИИТИ, № 1102 Ук-88.

10. Влияние горно-геологических условий разработки на величину вредного воздействия горных предприятий на окружающую среду. /Соавторы: В.Г. Близников, В.А. Ковальчук //Металлургическая и горнорудная промышленность. - 1989. - № II. - С. 71-73.

11. Технология, механизация и организация открытых горных работ. /Соавторы: В.Ф. Бызов, В.А. Завсегдашний, С.В. Литвинов //Кривой Рог: КТРИ. - 1989. - 60 с.

12. Пути повышения эффективности огневого расширения скважин. /Соавторы: В.Ф. Бызов, В.Д. Ицхакин, А.И. Евтушенко //Киев. - 1989. - 5 с. - Деп. в УкрНИИТИ, № 1001 Ук-89.

13. Обеспыливание воздуха при возможном складировании хвостов обогащения в подземных отработанных камерах. /Соавторы: В.Ф. Бызов, В.Г. Слесаренко, А.Е. Лапшин, А.К. Гацкий //Горный журнал. - 1990. - № 12. - С. 46-50.

14. Интеграционно-градиентный метод определения направления углубки карьера. /Соавторы: В.Ф. Бызов, В.А. Завсегдашний, С.В. Литвинов //Разраб. руд. месторождений: Респ. межвед. науч.-техн. сб. - 1990. - Вып. 49. - С. 20-26.

15. Математическое и программное обеспечение автоматизированной системы управления качеством руды в карьере. /Соавтор: Ю.В. Селезнев //Разраб.руд.месторождений: Респ.межвед.науч.-техн.сб. - 1991. - Вып. 51. - С. 77-80.
16. О возможностях снижения вредных выбросов в атмосферу за счет перераспределения мощностей ГЭКов Кривбасса. /Соавторы: В.Г. Близнюков, В.А. Ковальчук //Металлургическая и горнорудная промышленность. - 1992. - № 3. - С. 46-48.
17. Состояние и перспективы развития АСУП комбината. /Соавторы: В.Ф. Бнзов, В.Д. Ицхакин, А.В. Галкин //Горный журнал. - 1992. - № 5. - С. 14-17.
18. Зависимость готового к выемке запаса горной массы от степени неподтверждения промышленных запасов руды в контурах карьера. /Соавторы: В.Г. Близнюков, С.А. Жуков //Разраб.руд.месторождений: Респ.межвед.науч.-техн.сб. - 1993. - Вып. 54. - С. 53-59.
19. Исследование изменения объемов пылевых выбросов при агломерационном производстве. //Металлургическая и горнорудная промышленность. - 1993. - № 3. - С. 48-49.
20. Критерий эколого-экономической оценки деятельности горных предприятий. /Соавторы: В.Г. Близнюков, В.А. Ковальчук, С.А. Жуков //Разраб.руд.месторождений: Респ.межвед.науч.-техн.сб. - 1993. - Вып. 54. - С. 3-8.
21. Приземная концентрация выбросов вредных твердых частиц ГЭКов Кривбасса. /Соавтор: Лосьев В.Г. //Проблемы повышения эффективности горнорудного производства. - НИПРИ, Кривой Рог, 1993. - С. 31-35.
22. Критерий эколого-экономической оценки комплексной механизации карьера. /Соавторы: Близнюков В.Г., Бересневич П.В.

//Проблемы повышения эффективности горнорудного производства. - НИГРИ, Кривой Рог, 1993. - С. 15-22.

23. Влияние параметров выбросов на концентрацию пыли в приземном слое атмосферы Южного промузла Кривбасса. - Киев, 1994. - 15 с. - Деп. в ГНТБ Украины, № 912 Ук-94.

24. Загрязнение приземной атмосферы ГОКов выбросами пыли от организованных источников выделения различной высоты. - Киев, 1994. - 13 с. - Деп. в ГНТБ Украины, № 911 Ук-94.

25. Влияние технологических процессов производства товарной руды на объемы вредных выбросов в окружающую среду. - Киев, 1994. - 11 с. - Деп. в ГНТБ Украины, № 910 Ук-94.

26. Газозагрязнение приземной атмосферы выбросами организованными источниками комбината ЦГОКа. - Киев, 1994. - 15 с. - Деп. в ГНТБ Украины, № 909 Ук-94.

27. А.с. № 1475714, ВОЗ В 7/00. Способ получения строительного песка из отходов обогащения магнетитовых кварцитов. /Соавторы: В.Ф. Бызов, Г.Н. Бондаренко, В.Д. Ицхакин, В.Ф. Корчаков, А.П. Станков, Н.Ф. Филиппов, А.Д. Юртаева (СССР) - 4294012/23-03. Заявлено 03.08.87. Опубл. янв. 89. Бюл. № 16. - 1989. - С. 48.

28. А.с. 1528070. Способ подготовки рудных уступов к взрыванию. - № 4385936/03. Заявлено 29.02.88. Опубл. 2.12.89. Бюл. № 45. - 1989. - С. 251.

29. А.с. 1535962, Е 21 В 7/14. Устройство для огневого бурения и расширения скважин. /Соавторы: В.Ф. Бызов, А.И. Евтушенко, В.Д. Ицхакин, А.В. Кривошеев, С.А. Костриков (СССР) - № 4385394/31-03. Заявлено 1.03.88. Опубл. 5.01.90. Бюл. № 2. - 1990. - С. 128.

30. А.с. 1726338, В 65 65/32. Способ дозирования горной массы. /Соавторы: В.Ф. Бывов, Н.И. Гордиенко, Л.А. Мироненко, В.В. Кийло, М.В. Михайленко (СССР) - № 4653322/22-II. Заявлено 17.02.89. Оpubл. 29.01.91. Бюл. № 14. - 1992. - С. 82.

31. А.с. 1737949. Способ подготовки горных пород к выемке. - № 4755771/22-03. Заявлено 3.11.89. Оpubл. 29.01.91. Бюл. № 20. - 1992. - С. 241.

Всего по теме диссертации опубликовано 56 работ.





45816

AB 30.476

**AB 30.476**