

УДК 622.004.67

Н.И. Грехнев, Г.В. Секисов, Л.В. Крупская

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЕЕ ОЦЕНКИ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ

С экосистемных позиций рассмотрены исходные природные условия и производственно-технологические процессы горных предприятий.

Ключевые слова: охрана природной среды, горные предприятия, природно-техногенные системы, экологичность.

Семинар № 8

**N.I. Grehnev, G.V. Sekisov,
L.V. Krupskaja
ECOLOGICAL COMPATIBILITY OF
MINING MANUFACTURES AND
METHODOLOGICAL ASPECTS OF ITS
ESTIMATION IN FAR EAST REGION**

From ecosystem positions the initial environment and industrial-technological processes of mining enterprises are considered.

Key words: Environment protection, the mining enterprises, natural-anthropogenic systems, ecological compatibility.

Сложившийся к настоящему времени методологический подход к оценке техногенного воздействия горных предприятий на окружающую природную среду направлен преимущественно на выявление превышений двух основных показателей: ПДК и ПДВ. Поэтому многие научные исследования ориентированы на изучение процессов техногенных нарушений отдельных компонентов природной среды, что зачастую приводит к “по-факторному” определению техногенного воздействия, без учета особенностей и взаимодействия природных и техногенных сред. По нашему мнению, решение общих экологических проблем в связи с функ-

ционированием предприятий минерально-сырьевого комплекса часто подменяется постановкой отдельных задач охраны природной среды, что в итоге приводит к фрагментарности получаемых выводов.

На практике же снижение концентраций химического загрязнения до величин ПДК достигается, как правило, путем “разубоживания” концентраций загрязняющего вещества за счет вовлечения дополнительных объемов и (или) площадей фоновых компонентов ОС (увеличение объемов забора воды и земельных площадей, строительство более высоких труб для увеличения ореола рассеяния и т.д.), что неизменно приводит к повышению природоемкости горных предприятий. При этом не учитываются особенности и свойства экосистем, которые активизируют или нейтрализуют вещества загрязнителей, изменяют их химическую активность. Сейчас уже известно, что отдельные химические элементы и их соединения в поверхностных условиях приобретают новые свойства, в т.ч. токсические, в результате чего промежуточные или конечные формы химических загрязнителей в гипергенных условиях оказываются нередко более

токсичными, чем исходные минеральные формы.

Показатель ПДВ активнее направлен на разработку и применение более совершенных очистных сооружений и меньше - на совершенствование технологий добычи и переработки рудной массы. К тому же, этот показатель ориентирован преимущественно на учет газообразных выбросов и жидких стоков и практически не учитывают величину отхоемкости предприятий в виде твердых отходов (объем хвостов ОФ, их токсичность, способы утилизации и т.д.), которые зачастую являются наиболее опасными и долговременными источниками загрязнения природных систем [3].

В связи с тем, что до сих пор нет разработанной научно-методической системы комплексной оценки влияния техногенных факторов горного производства, которые можно бы рассматривать в тесном взаимодействии с особенностями принимающих их компонентов природной среды, возникает настоятельная необходимость в разработке такой основы, построенной на оценке показателей экологичности горных предприятий, принципы и критерии которой рассмотрены нами в [1].

Как следует из [1], категория экологизации производства отражает уровень прогрессивности применяемых технологий и эффективности природоохранных мероприятий, под которой понимается широкая система оргтехмероприятий по совершенствованию технологий горного производства, приводящая к ограничению выбросов вредных веществ в окружающую среду и за счет этого - к снижению техногенного воздействия на ее компоненты. Отсюда экологичность горного предприятия отражает меру воздействия техногенных факторов на компоненты окружающей среды во

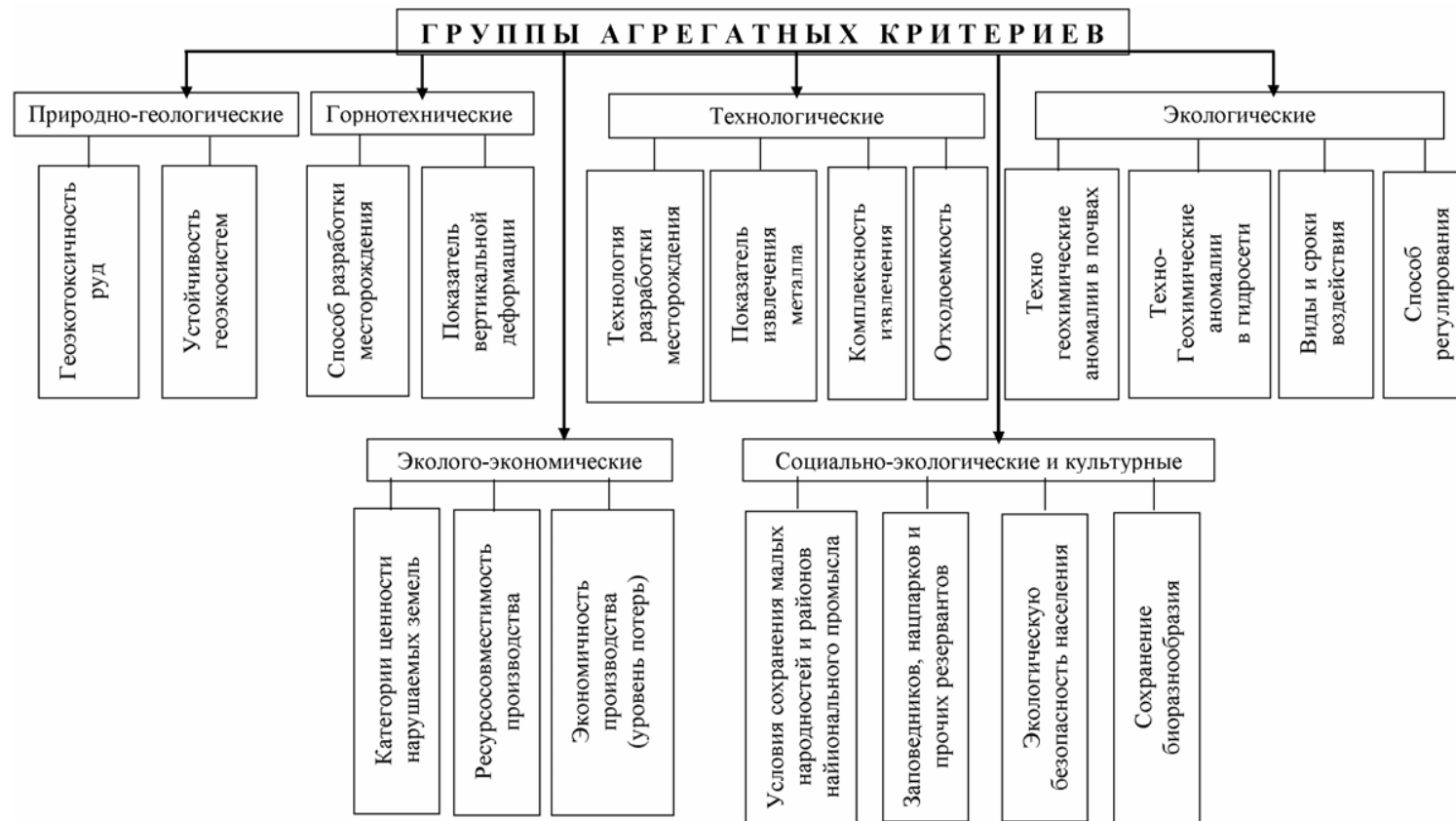
взаимодействии с исходными природными условиями на таком уровне учета, который бы позволил оценить в количественной форме степень ее нарушения (загрязнения).

Известно, что "...меры, принимаемые по защите окружающей природной среды от воздействий горнодобывающего комплекса, следует рассматривать как частичные, не способные решить проблему экологической безопасности принципиально и в целом" [2, с.3]. Достаточно полная и относительно достоверная оценка экологичности горнопромышленных производств может быть осуществлена на основе выбора и построения групп иерархичной системы признаков для каждого минерального производства или предприятия в целом. Сформулированные нами наиболее общие принципы представлены в виде классификационной матрицы, которая позволяет получить наиболее важные частные показатели по каждому блоку, состоящему из сопоставимых (одноранговых) групп факторов (рисунок).

Методические аспекты оценки экологичности

Учет соотношения и взаимосвязи природных условий с техногенными процессами добычи и переработки минерального сырья на современном этапе исследований возможен лишь на основе анализа природно-техногенных систем. Структура такой системы включает 6 групп агрегатных критериев, 22 агрегатных критерия и 88 учетных факторов и признаков. В предложенной схеме рассматриваются следующие группы интегральных критериев: 1) природно-геологические, 2) горнотехнические, 3) технологические, 4) экологические, 5) эколого-экономические и 6) социально-исторические.

В названии интегрального критерия заложено содержание агрегированного показателя, представляющего



Агрегатные критерии и оценочные факторы экологичности

собой суммированное выражение нескольких однородных групп факторов, отвечающих за выполнение одной функции горного производства или процесса природной среды. Дальнейшая их дифференциация производится по однотипной схеме, отраженной в названии приводимых граф. В интегральном критерии раскрывается существо и смысловое содержание учетных факторов и измеренных (или принятых) величин признаков, входящих в эту группу.

Дополнительного пояснения требует приводимая на рисунке группа эколого-экономических критериев, которая отражает ресурсно-сырьевые потери или ущербы, связанные с потреблением сопряженных природных ресурсов (землеемкость, водоемкость и др.), и, что особенно важно, показатели потерь основного полезного компонента минерального сырья на разных стадиях горного производства. Слабое развитие на предприятиях Дальнего Востока диверсификации производства, а следовательно и низкий уровень использования промышленных отходов (отвалы, материалы вскрыши, хвосты обогащения и др.) позволяет относить их также к эколого-экономическим потерям предприятия.

Далее в структуре схемы выделены учетные факторы и градации величин признаков. Последние представляются в долях единицы на основе экспертной оценки и используются в сводной формуле в виде коэффициентов к реальным физическим объемам производства. К ним отнесены показатели экологической и эколого-экономической групп: уровни техногенной нагрузки, показатели аномальности ореолов и потоков рассеяния и др., которые применяются на основании фактических данных, отражаемых в экологических

паспортах и статистических документах предприятий.

Общая методическая схема оценки экологичности горных предприятий проводится на основе эмпирической формулы или математического алгоритма, хотя расчет экологичности конкретного предприятия пока остается слабо проработанным по отдельным факторам в виду недостаточности фактического материала. Необходимость выделения в структуре предприятия отдельных минеральных производств (МП) с экологических позиций диктуется проявлением в них специфики техногенных факторов, типами геохимического загрязнения и др.

Общей закономерностью химического загрязнения от горнопромышленных производств полного цикла является зональная структура техногенных геохимических ореолов и потоков рассеяния. При этом химические элементы, представляющие главные или сопутствующие металлы разрабатываемого месторождения, как правило, накапливаются в центральных частях аномального поля или в голове потока. При более глубоком разрушении минеральных форм (обогажительный цикл и металлургический передел) происходит выделение элементов-примесей в виде газовой-дисперсионных фаз, которые переносятся в периферические части ареалов загрязнения и существенно повышают геохимические параметры аномальных полей.

Предлагаемый алгоритм для оценки экологичности горнопромышленного предприятия сводится к суммированию показателей экологичности отдельных минеральных производств и в общем виде может быть представлен следующим выражением:

$$\mathcal{E}_{гмп} = \frac{1}{2K-1} \times \sum K_{гг} (\alpha_1 \mathcal{E}_{ггд} + \alpha_2 \mathcal{E}_{гмп} + \alpha_3 \mathcal{E}_{гмп}) \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{гп}}$, $\mathcal{E}_{\text{омп}}$ и $\mathcal{E}_{\text{мп}}$ - показатели экологичности отдельных минеральных производств: горнодобывающего, обогащательного и металлургического; $\sum K_{\text{гп}}$ - суммированные коэффициенты факторов природно-геологической группы (показатели устойчивости природных систем, относительной ценности ландшафтов и др.); K - количество нарушаемых компонентов природной среды; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ - коэффициенты, учитывающие долевое участие техногенной нагрузки различных МП на природную среду при условии: $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$. При оценке экологичности МП коэффициент α приравнивается к 1.

Экологичность горнодобывающего минерального производства (ГДП) обусловлена разрушением горных пород при проходке горных выработок, добычей и переработкой горной массы для получения конечной продукции на данном этапе - рудной массы. Негативное влияние работ ГДП на природную среду обуславливается множеством техногенных факторов, приводящих к геомеханическому нарушению литогенного субстрата, почвенно-растительного покрова и гидрологического режима подземных вод, пылевому и газовому загрязнению почв в пределах ветрового разноса загрязнителей, реке гидрохимического состава поверхностных вод.

Данный этап производства характеризуется высокой землеемкостью и образованием значительного количества твердых отходов в виде пылевых отложений, отвалов вскрышных рудовмещающих пород и некондиционных руд. С ГДП напрямую связывается загрязнение поверхностных и подземных вод в районах разработки месторождений ионами группы азота (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-), образование которых связано

с разложением аммиачной селитры ВВ , и, в меньшей мере, сульфат-ионами (SO_4) - при вскрытии зон окисления и выветрелых сульфидных зон. Загрязнение поверхностных и подземных вод носит долговременный характер. Интенсивность и длительность воздействия на экосистемы находится в зависимости от масштабов накопленных отвальных материалов, а также соответствующих климатических условий, благоприятных для растворения и выщелачивания химических элементов из руд.

Важными источниками загрязнения атмосферного воздуха при разработке месторождений открытым способом являются технологические способы и механизмы добычи рудной массы (буро-взрывные работы, работа механизмов, транспортных средств и др.). Среди производственных процессов особо следует отметить буро-взрывные работы и массовые взрывы. Разовая концентрация пыли в воздухе зоны воздействия карьера во времени сильно варьирует и в среднем составляет от $0,3-2,0 \text{ мг/м}^3$ до $4-5 \text{ мг/м}^3$, что в 2-12 раз выше ПДК и на 2-3 порядка выше фонового уровня. Общая формула экологичности ГДП может быть представлена в следующем виде:

$$\mathcal{E}_{\text{гдп}} = F \left[\frac{1}{2K-1} (K_h, \rho, P_T, K_{\text{отх}}, K_{\text{вск}}, K_3, K_{\text{рo}}, \tau, \gamma) \right], \quad (2)$$

где K_h - показатель соотношения Δh к ΔH ; ρ - коэффициент, определяющий способ разработки месторождения; P_T - суммарная токсичность отвальных материалов ($P_T = V_{\text{гм}} \cdot A_T$); $K_{\text{отх}}$ - показатель отходоёмкости предприятия ($K_{\text{отх}} = V_{\text{hv}} V_{\text{uv}}$); $K_{\text{вск}}$ - коэффициент вскрыши (для открытой разработки); K_3 - показатель землеёмкости; $K_{\text{рo}}$ - коэффи-

циент, учитывающий размещение отвалов; τ - коэффициент экологической безопасности горных машин; γ - показатель использования ВВ.

Для оценки экологичности обогатительного минерального производства (ОМП) используется комплекс оценочных факторов и признаков, характеризующих процессы обогащения руд и их влияния на загрязнение компонентов среды. Негативное техногенное воздействие на экосистемы происходит за счет пылевыделения при дроблении и измельчении руд, производственных стоков химически агрессивных растворов и образования огромных объемов твердых хвостов обогащения.

Активными загрязнителями вод являются также химические препараты и реактивы, используемые в технологических процессах. Растворенные в технологических водах эти реагенты чаще всего сбрасываются в хвостохранилища и закрытые бассейны для оборотного водоснабжения и часто выпускаются в виде промышленных стоков. Набор химических реагентов зависит от типа минерального сырья и принятой технологической схемы обогащения. Так, например, для переработки флюоритовых руд на Ярославском ГОКе используются препараты олеиновой кислоты, кремнефтористого натрия, алловых кислот, сернистого натрия, кальцинированной соды, бихромата натрия, серной кислоты и др.

Обобщенная формула экологичности обогатительного производства представлена в следующем виде:

$$Э_{ОМП} = F \left[\frac{1}{2K-1} (P_{оф}, P_{изв}), (P_{тхр}, P_{гэи}, P_{рек}, q) \right], \quad (3)$$

где $P_{оф}$ - показатель отходоёмкости обогатительного комплекса; $P_{изв}$ - показатель полноты извлечения по-

лезных компонентов; $P_{тхр}$ - показатель токсичности химических реактивов и материалов, применяемых в технологическом процессе; $P_{гэи}$ - геоэкологический индикатор руд; $P_{рек}$ - показатель, учитывающий способ рекультивации отходов; q - суммарный показатель экономичности МП, включающий частные показатели водоемкости (q), землеёмкости (q), утраты биоресурсов (q), минеральных ресурсов (q) и утилизации твердых промышленных отходов (q).

Уровень экологичности металлургического производства (МПП) определяют факторы, возникающие при металлургических технологических процессах, приводящие к газовым и дисперсионным выбросам через системы вентиляции, а также при разрушении и распылении золы и шлакоотвалов, и производственных выбросах подготовительных и вспомогательных цехов. Главные экологические проблемы ММП связаны с пылевым (сажа, копоть), аэрозольным и газово-дисперсионным разносом и, соответственно, загрязнением атмосферного воздуха и почв высокотоксичными веществами, образующимися при металлургическом производстве. Прямым следствием этого является образование кислотных дождей и химическое загрязнение почвенно-растительного покрова, поверхностных водоемов.

Общее выражение экологичности МПП можно представить следующим выражением:

$$Э_{МПП} = F \left[\frac{1}{2K-1} (P_{пыл}, P_{газ}), (P_{кис}, P_{ст}, P_{ис}) \right], \quad (4)$$

где $P_{пыл}$ - показатель пыления золы и шлакоотвалов; $P_{газ}$ - показатель интенсивности газовых выбросов; $P_{кис}$ - показатель кислотных выпадений в виде атмосферных осадков; $P_{ст}$ -

показатель теплового воздействия;
 $P_{гс}$ – показатель химической агрессивности производственных стоков.

В заключении отметим, что исходные природные условия и производственно-технологические процессы горных предприятий, рас-

смотренные с экосистемных позиций, приобретают значение учетных факторов (признаков), которые интегрируются в выражение экологичности горнопромышленного предприятия в целом или отдельного минерального производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грехнев Н.И., Секисов Г.В., Чаплыгин Н.Н. Исходные принципы оценки экологичности горнопромышленных производств. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2005, №1. С.88-90.

2. Концепция государственной стратегии обеспечения экологической безопасности освоения недр. М. ИПКОН. 1997. с.31

3. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сагет, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Грехнев Н.И. – кандидат геолого-минералогических наук, ст. научный сотрудник;
Секисов Г.В. – профессор, доктор технических наук;
Крупская Л.Т. – профессор, доктор биологических наук,
Институт горного дела ДВО РАН, adm@igd.khv.ru



СЛУЧАИ ИЗ ЖИЗНИ ПРОФЕССОРА ПЕТЬКИНА

Случай первый. Его пример — другим наука

Когда Петькину было 17 лет, он жил в Вологодской глубинке. Узнав, что в Москве есть Индустриальная академия, он решил поступить в нее. Мама, не выезжавшая за пределы района, не хотела его пускать, но разве такого настырного ребенка удержишь? Отца у Петькина не было — погиб на Войне. И он решил, что его место — столица.

Одного не мог понять Петькин: как это в одном месте живут несколько миллионов человек? И представить был не в состоянии такую массу людей. У них в деревне была тысяча дворов и это казалось тьмой народа. Воображение рисовало фантастические картины.

Перед отъездом Петькин на всякий случай отбил телеграмму в Приемную комиссию: «Выезжаю поездом № 17, вагон 10, 28 июня. Встречайте. Петькин». Он долго удивлялся на вокзале отсутствию встречающих и, разочаровавшись в московских нравах, стал искать дорогу к понравив-

шемуся заочно институту.

И еще лет двадцать эта история веселила вузовских девиц. Пока герой не женился.

Из книги Л.Х. Гитиса «Верхом на тигре». М.: Горная книга, 2009. С. 201

