

РАНЖИРОВАНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Фаденчев А. Ф., Цейтлин Е. М., Флягина Е. В.,

Коробейникова Ю. В., Райхерт А. В.

Горное производство оказывает негативное воздействие на все геосферы земли. Существующие методы оценки негативного воздействия горного производства на окружающую среду не обеспечивают достаточной полноты учета всех факторов. Применение метода интегрального показателя экологической опасности позволяет оптимизировать негативное воздействие горного производства на окружающую среду. Разработанный метод учитывает специфику воздействия минерально-сырьевого комплекса.

Ключевые слова: экологическая опасность; экологическая безопасность; интегральный показатель экологической опасности; оценка экологической опасности.

Уральский регион характеризуется развитой горнодобывающей отраслью промышленности. Так, на Урале осуществляется добыча более 20 видов различных полезных ископаемых, от угля до золота. Горная промышленность Уральского региона характеризуется большим объемом вовлекаемых в производство природных ресурсов. При этом горнопромышленный комплекс оказывает сильнейшее негативное воздействие на окружающую среду [1, 2].

Сегодня существует целый ряд предложений по минимизации негативного воздействия на окружающую среду и повышению экологической безопасности на производстве. При этом многие авторы уделяют недостаточно внимания оценке уровня экологической опасности. Первоочередной задачей является создание эффективного метода оценки степени экологической безопасности в регионе. В этом случае будет возможно провести оптимизацию расходов средств на повышение экологической безопасности путем более эффективного их распределения между предприятиями-источниками негативного воздействия на окружающую среду. Такое перераспределение средств позволит минимизировать негативное воздействие предприятий на окружающую среду. Так как одним из основных источников воздействий на окружающую среду является горнопромышленный комплекс, необходимо в первую очередь создать подобный подход именно для опти-

мизации воздействий горнопромышленного комплекса на окружающую среду.

Сегодня в законодательстве Российской Федерации или научно-технической литературе отсутствуют общепринятые критерии, в соответствии с которыми можно оценить уровень экологической безопасности. Существует три принципиально различных подхода для оценки экологической безопасности:

1. Оценка экологической безопасности, основанная на методе нормирования [3].
2. Оценка экологической безопасности, основанная на определении величины экологического риска [4].
3. Оценка экологической безопасности с помощью метода интегрального критерия [5].

Понятие экологической безопасности тесно связано с понятием экологической опасности производства, под которым мы понимаем всю совокупность негативных воздействий предприятия, включая аварии и катастрофы, обусловленные природными или антропогенными воздействиями на все элементы биосферы: литосферу, гидросферу, атмосферу и биоценозы.

Следует различать экологическую опасность предприятия для самого себя (определяемую, прежде всего, уровнем сбросов и выбросов загрязняющих веществ) и экологическую опасность предприятия для всей биосферы планеты. Эти понятия не совпадают. Так, предприятия, работающие в условиях, экологически неблагоприятных для своих ра-

ботников, из-за малых масштабов производства оказывают слабое влияние на биосферу Земли в целом. И, напротив, при огромных масштабах производства предприятие, укладываемое в нормативы качества окружающей среды, может иметь существенное негативное влияние на среду в планетарном масштабе.

Экологическое воздействие горного производства в значительной мере обусловлено видом полезного ископаемого, условиями залегания, объемами и технологией добычи и переработки, а также географо-экономическим положением объекта. С последним связаны климат, ландшафтно-географические условия, гидрографические характеристики района, а также фоновый уровень загрязнений окружающей среды. Вид полезного ископаемого во многом определяет технологию и технику, применяемые при добыче полезного ископаемого, а также тип и уровень выбросов и сбросов загрязнений в окружающую среду, характер и количество размещаемых отходов. Месторождения руд цветных и редких металлов отличаются сложностью геологического строения рудных тел, нередко значительными глубинами залегания, относительно небольшими запасами и объемами добычи, определяющими подземный способ разработки. Первичный минеральный состав руд характеризуется наличием высокотоксичных тяжелых металлов и компонентов (Cu, Zn, Cd, Ni, Co, Mn, As, Hg, Sl и др.), которые выделяются при переработке в окружающую среду (особенно в гидросферу). Руды радиоактивных элементов содержат U, Th, Ra, Rn, K-40 и продукты их радиоактивного распада в атмосферу и гидросферу.

Руды черных металлов и строительные материалы характеризуются незначительной примесью токсичных элементов, но большими извлекаемыми запасами и объемами добычи, особенно сильно влияющими на литосферу и ландшафты.

Вид полезного ископаемого определяет технологию добычи и переработки минерального сырья; объемы производства; химический состав и объемы выбросов в атмосферу

и сбросов в гидросферу; применяемые реагенты и их количество; характер и количество выделяемых отходов; воздействие на литосферу: недра, земли, почвы; основные загрязнители и их класс опасности.

Существующие на сегодня подходы к оценке экологической безопасности обладают рядом существенных недостатков, что затрудняет объективную оценку воздействия предприятий на окружающую среду и создает сложности при поиске приоритетных экологических проблем для предприятий.

Для поиска приоритетных экологических задач предлагается использовать метод «интегрального показателя экологической опасности» [6, 7]. В рамках данного подхода рассчитывается универсальный интегральный показатель экологической опасности, основанный на комплексе разнокачественных экологических, технологических и геологических факторов, учитывающих специфику горнопромышленного комплекса. Показателями, по которым должна производиться оценка, могут быть как базовыми (характерными для любого промышленного предприятия, например, объем выброса, объем сброса, объем размещения отходов), так и дополнительными (учитывающими специфику горных предприятий, например, вид полезного ископаемого). Все эти показатели имеют разные меры оценки. Для определения приоритетных экологических задач горного предприятия данные показатели трансформируются в числовые безразмерные значения. Для этого сначала определяется интегральный показатель экологической опасности для каждого фактора воздействия по элементам биосферы, а затем в целом для окружающей среды. Интегральный показатель i -го фактора воздействия на j -й элемент биосферы будет рассчитываться по формуле (1):

$$N_{ij} = \lambda_{ij} \left(1 - \frac{k_{ij\max} - k_{ij}}{k_{ij\max}} \right) \times \left(1 - \left(\sum_{t=1}^n \frac{P_{tj\max} - P_{tj}}{P_{tj\max}} \right) / n \right), \quad (1)$$

где $k_{ij\max}$ – максимально возможный уровень

воздействия базового фактора на окружающую среду; k_{ij} – значение интенсивности воздействия базового фактора на элемент биосферы; λ_{ij} – показатель весомости воздействия i -го фактора на j -й элемент биосферы (определяется методом экспертных оценок); P_{ii} – величина интенсивности воздействия фактора, учитывающего специфику горного производства на j -й элемент биосферы, определенная экспертным методом; $P_{i\max}$ – максимальная величина интенсивности воздействия фактора, учитывающего специфику горного производства, определенная экспертным методом; t – фактор воздействия, учитывающий специфику горного производства; n – количество факторов воздействия, учитывающих специфику горного производства.

Интегральный показатель экологической опасности необходимо определять для каждого базового фактора воздействия, а затем суммировать по элементам биосферы по следующей формуле (2):

$$N_{fij} = N_{1j} + N_{2j} + N_{3j} + \dots + N_{ij} \quad (2)$$

где N_{fij} – суммарный интегральный показатель экологической опасности для j -го элемента биосферы; N_{1j} – интегральный показатель экологической опасности фактора воздействия 1 для j -го элемента биосферы; N_{2j} – интегральный показатель экологической опасности фактора воздействия 2 для j -го элемента биосферы; N_{3j} – интегральный показатель экологической опасности фактора воздействия 3 для j -го элемента биосферы; N_{ij} – интегральный

показатель экологической опасности фактора воздействия i для j -го элемента биосферы.

Показатели экологической опасности рассчитываются отдельно по элементам биосферы: атмосфере, гидросфере и литосфере.

Тот элемент биосферы, для которого суммарный интегральный показатель экологической опасности окажется максимальным, будет определять элемент биосферы, на который оказывается максимальное воздействие. Приоритетная экологическая задача для горного предприятия определяется внутри данного элемента биосферы по базовым факторам. Фактор, для которого интегральный показатель экологической опасности окажется максимальным, будет определять приоритетную экологическую задачу горного предприятия.

Предлагаемый метод применялся для оценки экологической безопасности таких крупнейших горнодобывающих предприятий Урала, как ОАО «Ураласбест», ОАО «Качканарский ГОК «Ванадий», ОАО «ВГОК». Согласно полученным результатам, установлено, что при добыче руд асбеста наибольшее воздействие на окружающую среду оказывает карьер, затем отвалы и, наконец, обогатительная фабрика; для Качканарского ГОКа и ВГОКа наибольшее влияние оказывают сбросы в гидросферу. Руководство этих предприятий имеет возможность эффективно перераспределить финансовые средства, направленные на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду и максимально снизить такое воздействие.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хохряков А. В., Фадеичев А. Ф., Цейтлин Е. М. Динамика изменения воздействия ведущих горных предприятий Урала на окружающую среду // Изв. вузов. Горный журнал. № 8. 2011. С. 44–53.
2. Динамика негативного воздействия на окружающую среду на разных стадиях развития горного производства / А. Ф. Фадеичев [и др.] // Изв. вузов. Горный журнал. № 1. 2012. С. 39–46.
3. Акимов В. А., Лесных В. В., Радаев Н. Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с.
4. Об охране окружающей среды: федер. закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ с изменениями от 25.06.2012.
5. Астахов А. С., Диколенко Е. Я., Харченко В. А. Экологическая безопасность и эффективность природопользования. М.: Изд-во МГГУ, 2006. 323 с.
6. Цейтлин Е. М. Оптимизация негативного воздействия горного производства с помощью интегрального критерия оценки экологической опасности // Горный информационно-аналитический бюллетень (спец. вып.). 2013. № 6. 16 с.
7. Хохряков А. В., Фадеичев А. Ф., Цейтлин Е. М. Применение интегрального критерия для определения экологической опасности предприятий горнопромышленного комплекса // Известия УГГУ. 2013. № 1. С. 25–31.

Фадеев Альфред Францевич – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, Куйбышева 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: alfred.fadeichev@m.ursmu.ru

Цейтлин Евгений Михайлович – аспирант кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, Куйбышева 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: tseitlin.e.m@gmail.com

Флягина Екатерина Владимировна – студентка кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, Куйбышева 30, Уральский государственный горный университет.

Коробейникова Юлия Владимировна – студентка кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, Куйбышева 30, Уральский государственный горный университет.

Райхерт Анна Владимировна – студентка кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, Куйбышева 30, Уральский государственный горный университет.