УДК 622:507.7

Н.В. ПАШКЕВИЧ, М.А. ПАШКЕВИЧ, Т.А. ПЕТРОВА
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ РИСКОМ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТХОДОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Дан анализ моделей управления экологической безопасностью различных производственных объектов, разработанных в России и за рубежом. Выявлено, что в качестве показателей опасности принимались индивидуальный или социальный риск гибели людей, либо проводились экспертные оценки потенциальной опасности без количественной экономической оценки.

По результатам моделирования суммарных затрат на обеспечение безопасного складирования отходов в зависимости от эколого-экономического риска классифицированы техногенные массивы по их экологической опасности. Для каждого класса массивов разработана оптимальная стратегия управления экологической безопасностью.

Both Russian and foreign models of ecological safety management at different industrial facilities are analyzed. It is established that either individual or social risks of human mortality are taken as hazard indices or expert evaluation of potential risks is carried out without a quantitative economic assessment.

Technogenic massifs are classified according to their environmental threat basing on simulated results of total expenditures on environmentally safe waste dumping as dependent on their ecological hazard degree. An optimal strategy of ecological safety management is developed for each massif class.

Оценка опасностей и разработка на этой основе оптимальных мероприятий с учетом всей совокупности различных факторов социально-экономического характера – одна из ключевых проблем управления экологической безопасностью. До настоящего времени и за рубежом, и в России разрабатывались основы управления риском техногенных аварий и катастроф. При решении комплексных вопросов техногенной безопасности широко применяется методология риска, основу которой составляет определение последствий и вероятности нежелательных событий. Используя количественные показатели риска, измерялась потенциальная опасность производства. При этом в качестве показателей опасности обычно принимались индивидуальный или социальный риск гибели людей*.

Разработке управления экологической безопасностью в районах воздействия техногенных массивов уделяется значительно меньшее внимание: делались попытки определить риск загрязнения земель, но без экономической оценки, что не могло служить основой для управления природоохранной деятельностью.

Разработанная методология определения экологического риска позволяет количественно оценить опасность техногенных массивов и соответственно уровень экономических затрат, необходимых для ее предотвращения*. Суммарные экономические затраты складываются из двух составляющих, связанных с экологическим риском складирования отходов: затрат на обеспечение экологической безопасности техногенных массивов; эколого-экономического ущерба различным компонентам природной

* *Измалков В.И.* Техногенная и экологическая безопасность и управление риском / В.И.Измалков, А.В.Измалков / НИЦЕБ РАН. СПб, 1998.

* *Пашкевич М.А.* Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду. СПб: Наука, 2000.

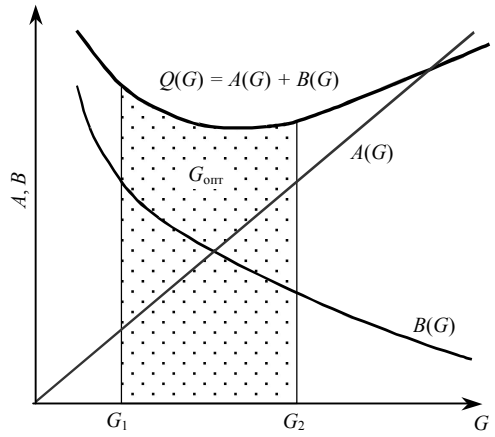

Рис.1. Зависимость затрат на обеспечение экологической безопасности от достигаемого уровня безопасности

G – уровень безопасности; G_1 и G_2 – допустимые уровни обеспечения экологической безопасности (экологического риска) для сохранения компонентов природной среды; $G_{опт}$ – оптимальный уровень экологической безопасности; $A(G)$ – функция, отражающая изменение экономических затрат на обеспечение уровня безопасности (экологического риска); $B(G)$ – функция, отражающая закономерности снижения эколого-экономического ущерба по мере повышения уровня безопасности; $Q(G)$ – функция, выражающая суммарные экономические затраты

среды. Каждый из указанных выше видов экономических затрат зависит от уровня ожидаемого техногенного воздействия. Чем выше ущерб, который может возникнуть при эксплуатации хранилища, тем больше и экономические затраты на его предотвращение и обеспечение необходимого безопасного уровня риска. Чем существеннее фактическое техногенное воздействие, оказанное на компоненты природной среды, тем выше экономические затраты на компенсацию нанесенного ущерба.

В решении экономических задач, связанных с выбором оптимального варианта расходов, важная роль отводится выявлению функциональных зависимостей рассматриваемых видов затрат от уровня техногенного воздействия. Для этого определяется зависимость экономических затрат от достигаемого при этих затратах уровня экологической безопасности и риска (рис.1). Анализ характера графических зависимостей показывает, что оптимальный вариант расходов может быть найден путем исследования кривой $Q(G)$ на экстремум, если не требуется принимать во внимание какие-либо обстоятельства. Точка минимума на кривой $Q(G)$ соответствует равенству $A(G) = B(G)$, которое свидетельствует, что в этой точке экономические расходы на обеспечение безопасности равны экономическому эквиваленту ущерба, которого следует ожидать при данном уровне безопасности (риска).

Необходимо отметить, что снижение экономического эквивалента ущерба на практике может быть достигнуто различными путями повышения уровня безопасности. Однако в любом случае предпочтение, видимо, следует отдавать такому варианту, при котором достигается минимальное значение функции $Q(G)$.

Для разработки мероприятий по снижению экологической опасности в зоне воздействия техногенных массивов в каждом конкретном случае предлагается осуществлять многовариантное сравнение результатов оценки риска для рассматриваемой ситуации с соответствующими критериями (рис.2). После этого предпочтительные варианты снижения риска оцениваются с учетом затрат на их реализацию. Оценка вариантов является итеративной операцией, она повторяется до тех пор, пока не будет найдено оптимальное решение. Снижение риска техногенного воздействия хранилищ отходов на окружаю-



Рис.2. Схема процесса управления риском

щую их среду может быть достигнуто мероприятиями, направленными на повышение защищенности природных вод и атмосферного воздуха, через которые происходит миграция загрязняющих компонентов, что достигается созданием дренажно-защитных сооружений (до или в процессе складирования отходов) и поверхностного экранирования техногенных отложений (после окончания складирования).

Выбор мероприятий обусловливается уровнем опасности техногенного массива, горно-геологическими и технологическими условиями их формирования, а также количеством средств, выделяемых на снижение экологического риска. В этой связи необходимо детальное обследование территории техногенного массива с проработкой ряда вариантов.

Диапазон удельных затрат в странах ЕС на мероприятия по снижению экологического риска хранилищ отходов, действующих и с законченным сроком эксплуатации, следующий:

Обследование техногенного массива, $/м^2	0,2-0,6
Изоляция техногенного массива:	
Экранирование дна, $/м^2	300-1200
Экранирование стенок, $/м^2	40-150
Поверхностное экранирование, $/м^2	50-180
Иммобилизация отходов, $/т	25-100
Ликвидация загрязнений, $/т:	
Экстракция и промывка	40-400
Биологические методы	50-500
Перемещение свалок	20-100