

ЧАСТИНА 3. ЕКОЛОГО-ОРІЄНТОВАНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

УДК 622.271:502.31

П.И. Копач

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

*Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины,
Днепропетровск*

Розглянуто методологію вибору природоохоронних технологій в умовах функціонування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки родовищ корисних копалини.

Рассмотрено методологию выбора природоохранных технологий для условий функционирования горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки месторождений полезных ископаемых.

Человечество перерабатывает примерно 100 миллиардов тонн сырья в год, при этом перемещает в процессе его добычи на порядок больше горной породы. При добыче и переработке сырья используется до 1000 миллиардов тонн воды. Все эти процессы не характерны для природы, они не вовлечены в современные естественные круговороты вещества, поэтому вызывают загрязнение окружающей среды. А если учесть, что человек использует всего лишь 2% от массы извлекаемого им из недр сырья, а остальное идет в отвалы, внося свой вклад в разрушение экосферы, то неэффективность современного природопользования становится еще более очевидной. По сути дела, человечество производит главным образом отходы и во все увеличивающейся степени. Особенно это относится к горнодобывающей деятельности, в результате которой активно изменяются веками сложившиеся геохимические циклы, преобразуются или уничтожаются ландшафты, гидрогеологические и поверхностные водные системы, биологические сообщества и многое другое.

Именно технический прогресс является тем механизмом, который вызвал процессы деградации экосферы. Если объем совокупного мирового продукта вырос в XX столетии более чем в 20 раз, то и масса и объем загрязнений возросли не в меньшей степени.

Вместе с тем на технический прогресс

возлагаются большие надежды по решению основных экологических проблем. В самом деле, внедряя природоохранные технологии можно решить (или смягчить) многие экологические проблемы, добиться относительно быстрых результатов в управлении состоянием экосферы.

Возникает естественный вопрос, почему до сих пор этот мощный ресурс не задействован надлежащим образом для решения как экологических проблем природопользования в целом, так и экологических проблем, вызванных горнодобывающей деятельностью? Можно ли с его помощью в условиях регионов с интенсивной горнодобывающей деятельностью снизить негативное влияние горных технологий на природную среду до неопасного для территории уровня? Как должно функционировать горнодобывающее предприятие, чтобы приносить максимум прибыли и оказывать минимально возможное негативное воздействие на окружающую среду? Исследованию этого и некоторых других вопросов посвящена настоящая статья.

Для правильного понимания излагаемой в статье методологии выбора природоохранных технологий в условиях функционирования горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки необходимо уточнить, что речь будет идти не только об оптимизации природопользования на территории в пределах горного отвода предприятия, где происходит разрушение всех компонент литосферы, и где осуществляются горнодобы-

вающие технологические процессы. В качестве определяющих будут рассмотрены условия минимизации техногенного воздействия на территории за пределами земельного отвода предприятия. При этом под оптимизацией подразумевается процесс достижения такого уровня воздействия горных технологий на окружающую среду, при котором природная среда сопредельных территорий будет сохранять способность ассимилировать эти воздействия, или адаптироваться к ним в течение определённого периода времени.

Изучая и оптимизируя техногенную составляющую природно-технологической системы, очень важно знать степень устойчивости к техногенным воздействиям природных составляющих окружающей среды. Экологическое совершенство или несовершенство горнодобывающих технологий обуславливается возможностью достижения минимума последствий их деятельности, выражаемых в виде различного рода повреждений компонентов окружающей среды (выбросы и сбросы, изменение ландшафта и гидрогеологического режима, невозобновляемое уничтожение части минеральных, почвенных, лесных, водных и других ресурсов). Учитывая чрезмерно широкий спектр влияющих факторов (горно-геологических, технологических, экологических) нами, для осуществления выбора способов экологической гармонизации технологий горных работ, выполнена систематизация природных условий залегания месторождений полезных ископаемых.

Наиболее общая классификация способов добычи минерального сырья по степени негативного воздействия на окружающую среду представлена в таблице 1. Принципиальным различием открытого и подземного способов добычи являются особенности выемки полезного ископаемого из массива горных пород. При подземном способе добычи из массива горных пород извлекается только полезное ископаемое, что обуславливает минимальное нарушение породного массива, а, следовательно, и природной среды.

Открытый способ разработки характеризуется выемкой как полезного ископаемого, так и вмещающих пород. В данном случае степень нарушенности природной среды в наиболее общем случае может быть определена по соотношению средних и текущих коэффициентов вскрыши. По среднему коэффициенту вскрыши устанавливается оцен-

ка воздействия на массив пород для всего месторождения, по текущему – для конкретного периода его эксплуатации. При подземных работах объем извлекаемых пород для всего месторождения определяется объемом горно-капитальных работ, которые включают проходку стволов, квершлагов, штреков по пустым породам. Для расчета текущего коэффициента берутся объемы, выполняемые за определенный период эксплуатации. Интенсивность технологического воздействия на окружающую среду обусловлена производительностью способов добычи по горной массе.

Градация негативного воздействия характеризуется балльной оценкой, которая приведена в таблице 1 и имеет следующие значения: воздействия отсутствуют – 0 баллов; незначительные воздействия – 1 балл; слабые воздействия – 2 балла; средние воздействия – 3 балла; мощные воздействия – 4 балла; очень мощные воздействия – 5 баллов.

Балльная оценка воздействия выполнена по результатам использования комбинации экспертного метода и метода математического моделирования. Метод экспертных оценок использован при выборе критериев оценки и установления балльности по отдельным воздействиям горнодобывающего предприятия на природную среду. Метод математического моделирования – при сведении систем локальных оценок в единую комплексную оценочную систему [1,2].

Из таблицы 1 видно, что в общем виде диапазон оценок воздействия на окружающую среду той или иной технологии настолько широк, что они могут иметь какое-либо практическое значение только при наиболее грубой сравнительной оценке открытого и подземного способов разработки. Разброс оценочных значений объясняется как большим разнообразием природных условий залегания месторождений, так и имеющимся у горняков диапазоном технологических возможностей. В этой связи, для конкретизации оценок и сравнений целесообразно выполнить систематизацию природных условий залегания месторождений полезных ископаемых с точки зрения сложности их разработки и ценности нарушаемых при разработке ландшафтов.

При оценке природных условий залегания месторождений полезных ископаемых

рассмотрены только те факторы, от которых в наибольшей степени зависят параметры техногенного воздействия на природную среду (таблица 2). Они объединены в пять

групп, при этом с возрастанием номера группы возрастают отрицательные экологические последствия горнодобывающих работ.

Таблица 1- Оценка степени негативного воздействия на окружающую среду способов и технологий разработки месторождений полезных ископаемых

Условия залегания	Способ разработки	Технология производства работ	Компоненты природной среды, подвергающиеся воздействию	Бальная оценка воздействия
Крутопадающие	Открытые горные работы	Транспортная с внешним отвалообразованием	Земли	4 - 5
			Подземные воды	2 - 3
			Поверхностные воды	2 - 5
			Воздух	3 - 5
		Транспортная с внутренним отвалообразованием	Земли	2 - 3
			Подземные воды	2 - 3
	Поверхностные воды		2 - 3	
	Воздух		2 - 3	
	Подземные горные работы	Без закладки выработанного пространства	Земли	2 - 4
			Подземные воды	2 - 4
			Поверхностные воды	1 - 3
			Воздух	0 - 2
С закладкой выработанного пространства		Земли	0 - 1	
		Подземные воды	0 - 1	
		Поверхностные воды	0	
		Воздух	0 - 2	
Горизонтальные	Открытые горные работы	Бестранспортная	Земли	3 - 4
			Подземные воды	2 - 5
			Поверхностные воды	1 - 3
			Воздух	1 - 2
		Транспортная Комбинированная	Земли	3 - 4
			Подземные воды	2 - 5
			Поверхностные воды	2 - 3
			Воздух	1 - 3
	Подземные горные работы	Без закладки выработанного пространства	Земли	0 - 5
			Подземные воды	2 - 4
			Поверхностные воды	1 - 3
			Воздух	0 - 1
		С закладкой выработанного пространства	Земли	0 - 1
			Подземные воды	0 - 1
		Поверхностные воды	0 - 1	
		Воздух	0 - 1	

Как следует из таблицы 2, для открытых горных работ в большинстве случаев, чем сложнее природные условия залегания пласта полезного ископаемого, тем значительнее негативное воздействие горнодобывающей деятельности, и, следовательно, существеннее затраты материальных, энергетических и природных ресурсов, которые необ-

ходимо расходовать для снижения техногенного воздействия на окружающую среду. И, наоборот, при простых горно-геологических условиях залегания эти воздействия, как и затраты ресурсов, незначительны.

В этой связи можно утверждать, что существуют территории, в пределах которых

воздействия от применения открытых горных работ или незначительны, или в результате этих воздействий происходит повышение качества природной среды. Поэтому имеется возможность, например, повы-

сить показатель уникальности ландшафта за счет создания нетрадиционных для данной территории элементов ландшафта, способствующих увеличению биоразнообразия природной среды территории и др.

Таблица 2 - Оценка природных условий залегания месторождений полезных ископаемых при их разработке открытым способом

Показатель	Класс месторождения				
	I	II	III	IV	V
Горизонтальные и пологозалегающие месторождения					
Мощность вскрыши, м	10 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	Более 100
Средняя мощность пласта, м	Более 5	5 - 3	3 - 2	2 - 1	Менее 1
Объем запасов, млн. т	Более 100	100 - 60	60 - 40	40 - 20	Менее 20
Количество водоносных горизонтов, шт.	Отсутствуют	1	2	3	Более 3
Интенсивность водопритока, м ³ /ч	До 100	100 - 200	200 - 1000	1000 - 5000	Более 5000
Крутопадающие месторождения					
Мощность покрывающих пород, м	Менее 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	Более 100
Средняя мощность пласта, м	Более 500	300 - 500	100 - 300	50 - 100	Менее 50
Крепость горных пород по шкале прочности, ед.	8 - 10	5 - 8	3 - 5	2 - 3	0,3 - 2
Размер запасов, млн. т	Более 500	500 - 100	50 - 100	20 - 50	Менее 20
Количество водоносных горизонтов, шт.	0	1	2	3	Более 3
Интенсивность водопритока, м ³ /ч	До 100	100 - 200	200 - 1000	1000 - 5000	Более 5000

Основным стратегическим направлением гармонизации открытых горных работ с природной средой при разработке месторождений III-V класса является локализация нарушений компонентов природной среды путем использования природоохранных технологий, научное обоснование параметров их внедрения при освоении месторождений, и, таким образом, реализация известной концепции замкнутого производства. Весь арсенал применяемых для этих целей способов, мероприятий и технологий целесообразно разделить на две группы.

Первая группа включает собственно ресурсосберегающие технологии, под которыми подразумевается технология добычи минеральных ресурсов с минимальным расходом вещества и энергии на всех этапах производственного цикла и с наименьшим воздействием на природные системы и человека. Такие технологии обладают как прямым, так и опосредованным природоохранным эффектом. Например, технология разработки месторождений с внутренним отвалооб-

разованием является ресурсосберегающей технологией за счет экономии энергоресурсов при перемещении вскрышных пород. При этом она обладает и прямым природоохранным эффектом, в связи с исключением необходимости использования дополнительных земельных ресурсов для размещения вскрышных пород за пределами карьера.

Ко второй группе природоохранных технологий относятся применяемые для сохранения компонентов природной среды специальные технологии, которые не имеют непосредственного отношения к добыче полезного ископаемого. К ним относятся широко применяемые в строительстве противофильтрационные устройства «стена в грунте» и другие барражные системы, специальные устройства для подавления пылегазового облака при взрыве, устройства для очистки вод внутрикарьерного водоотлива, специально созданные пыле- и газозащитные древесно-кустарниковые насаждения и др.

При внедрении природоохранных технологий второй группы необходимо учитывать, что при любых горно-геологических условиях разработки на конкретный момент времени существует свой оптимальный уровень снижения техногенного воздействия на природную среду, обусловливаемый, в первую очередь, уровнем развития науки и техники, технологическими особенностями производства, полнотой внедрения новейших технологических решений, ресурсоемкостью реализации природоохранных технологий и нормативно-правовой базой природопользования. Отклонение от него в одну или другую сторону увеличивает суммарное техногенное воздействие на природную среду.

Это объясняется следующим образом. Недостаточное, по отношению к оптимальному, вложение средств на природоохранные цели вызывает существенные потери природных ресурсов сопредельных территорий. Избыточное (по отношению к оптимальному) вложение средств в конкретную природоохранную технологию, несомненно, вызовет дополнительное улучшение экологического состояния территории, однако выход продукции на единицу затрачиваемых природных ресурсов в этом случае снижается, так как часть природных ресурсов изымается из сферы производства продукции и расходуется на создание и эксплуатацию

систем защиты природной среды. Суммарное количество ресурсов, приходящееся на единицу выпускаемой продукции, в этом случае увеличивается, следовательно, обобщенная эффективность природопользования снижается.

Таким образом, теоретически можно утверждать, что горнодобывающая деятельность всегда сопряжена с наличием экологического ущерба. Удовлетворение интересов сторон в существующем конфликте между экономическим ростом и необходимостью сохранения качества окружающей среды в принципе невозможно. В этих случаях приходится говорить о поиске рационального или оптимального решения, которое бы обеспечило в допустимой мере удовлетворение интересов как экологии, так и экономики.

Эта ситуация в самом общем (теоретическом) виде, для различных этапов развития техники и технологии добычи полезных ископаемых представлена на рисунке 1. Оптимальные решения, наилучшим возможным образом удовлетворяющие как экологические, так и экономические интересы, находятся на кривой, обозначенной сплошной линией. Менее выгодные решения находятся внутри области, ограниченной этой линией и осями координат, а решения в области, ограниченной линией оптимума и точкой с координатами (1,1), невозможны.

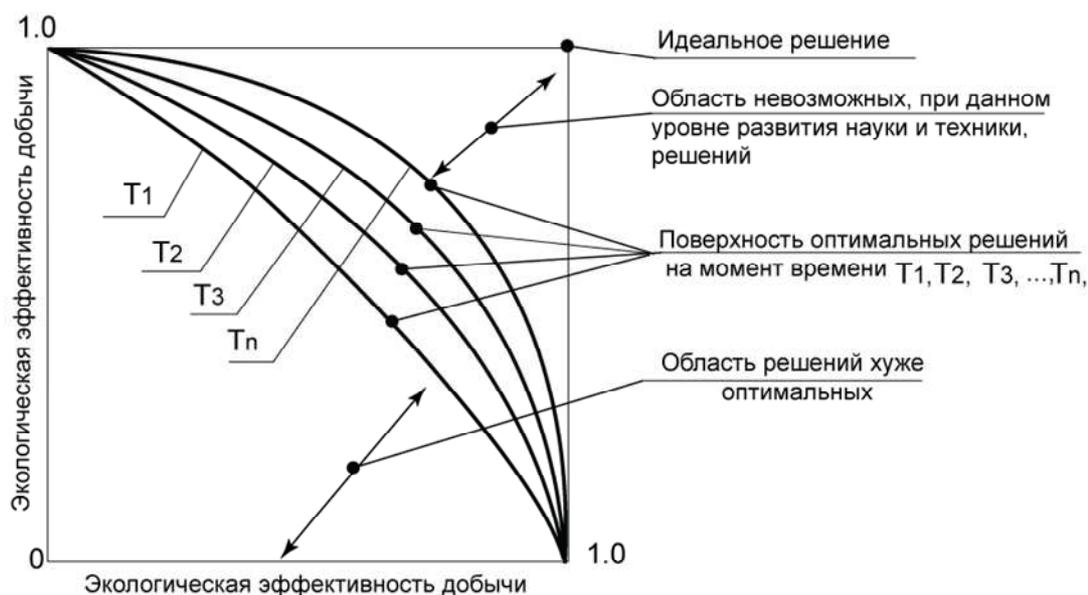


Рисунок 1 - Определение области компромиссных решений в природоохранной деятельности для открытых горных работ

Для обоснования уровня затрат на реализацию природоохранных технологий второй группы в условиях открытых горных работ необходимо разработать методологию, которая позволила бы за счет использования специальных критериев, получать показатели ресурсопотребления, максимально адекватные реальным экологическим и технологическим процессам.

Приведенная в работах [1-3] система экологических оценок применительно к оценке природоохранных технологий требует некоторых уточнений. Для этих целей в наибольшей степени подходит методика, базирующаяся на критерии интегральной экологической ресурсоемкости, однако и для этой методики необходимо ввести дополнения, касающиеся изложенного выше понятия «оптимального уровня техногенного воздействия».

При оценке природоохранных технологий второй группы важным является установление зависимости «расход ресурсов – экологический эффект». Для определения данной зависимости необходимо оценить как затраты ресурсов, которые необходимы для функционирования природоохранных технологий, так и прогноз предотвращенного экологического ущерба. Прогнозирование максимального, остаточного и предотвращенного экологических ущербов может быть осуществлено моделированием процессов полного цикла освоения месторождения. Основные принципы моделирования приведены в работе [4].

Предотвращенный экологический ущерб от внедрения природоохранного мероприятия по конкретному компоненту природной среды \mathcal{E}_i определяются из выражения:

$$U_{np} = U_{max} - U_{ост}, \quad (1)$$

где U_{np} – предотвращенный экологический ущерб; U_{max} – максимальный экологический ущерб; $U_{ост}$ – остаточный экологический ущерб.

Максимальный экологический ущерб, вызванный горнодобывающей деятельностью по i -му компоненту природной среды

U_{max}^i отображает возможные экономические и социальные потери, возникающие в результате повреждения данного компонента в случае отсутствия природоохранных мероприятий в применяемых технологиях добычи полезных ископаемых. Он определяется с учетом продолжительности строительства, эксплуатации, ликвидации горнодобывающего предприятия, периодов устранения последствий горнодобывающей деятельности и контролируемого самовосстановления природных компонентов территории.

Остаточный экологический ущерб по i -му компоненту природной среды $U_{ост}^i$ возникает в случае невозможности полной ликвидации последствий, обусловленных горнодобывающей деятельностью, внедрением природоохранных мероприятий. Он зависит от эффективности природоохранного мероприятия, которая, в свою очередь, обусловлена величиной потребления материальных и энергетических ресурсов на природоохранные нужды.

При внедрении природоохранного мероприятия положительный экологический эффект может наблюдаться по нескольким компонентам природной среды. Например, снижение объема откачивания подземных вод, кроме сохранения подземных водоносных горизонтов, предотвращает воздействие на поверхностные водные системы, земельные ресурсы и биоту в пределах депрессионной воронки.

Нами принята оценка состояния окружающей среды по пяти компонентам.

Графическая интерпретация процедуры оценки и выбора способов и средств защиты природной среды может быть представлена графиком комплексной оценки эффективности (рисунок 2). При этом каждому j -му варианту комплектации природоохранных технологий соответствует точка N_j , абсцисса которой равна величине интегральной экологической ресурсоемкости реализации данного варианта I_j , ордината – показателю экологической эффективности внедрения j -й природоохранной технологии, определяемой по формуле (2).

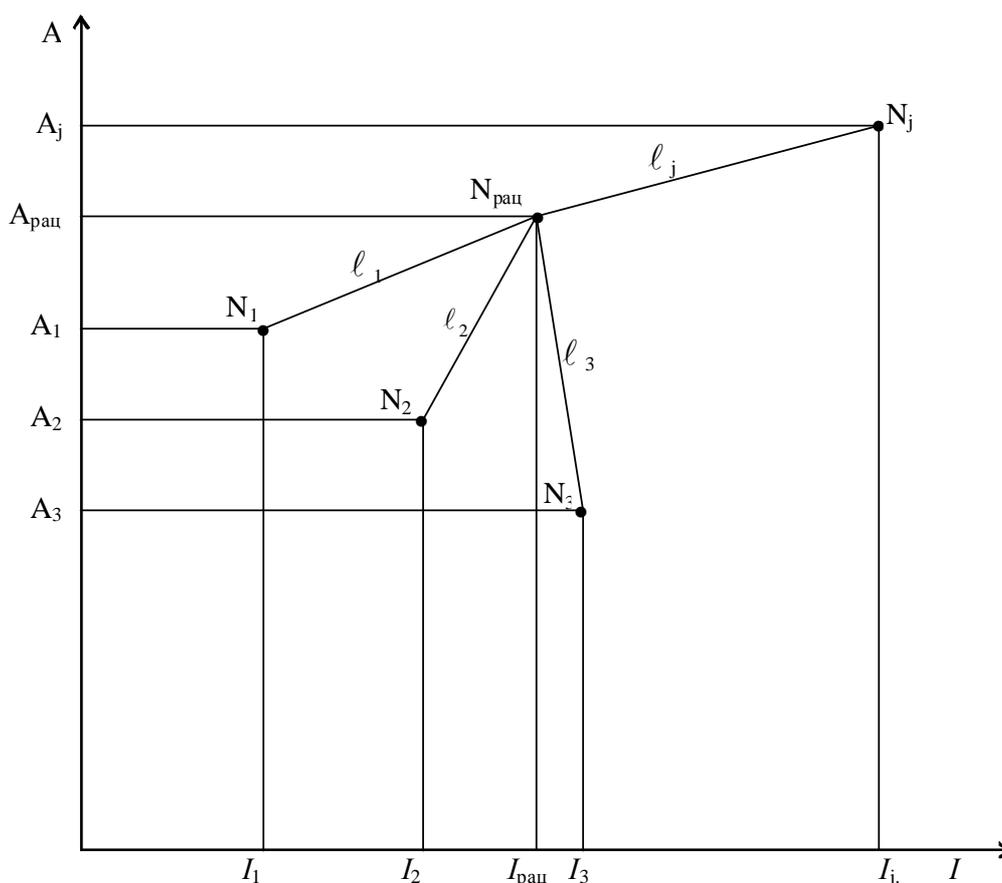


Рисунок 2 - Графическая интерпретация выбора природоохранной технологии

Положение точки N_j по отношению к точке $N_{рац}$. («идеальный» вариант) определяется величиной l_j , значение которой рассчитывается по формуле:

$$l_j = \left[(N_{рац} - A_j)^2 + (N_0 - I_j)^2 \right]^{1/2}, \quad (2)$$

где $N_{рац}(1;1)$ – координаты «идеальной» точки; $N_i(I_j; K_{m.y}^i)$ – координаты точки N_j .

Путем сравнения поочередно каждого конкретного варианта $N_1, N_2, N_3, \dots, N_j$ с A_0 устанавливается его предпочтительность и выбирается наилучший вариант. Условием предпочтительности при этом является:

$$l_{опт.} = \min l_j. \quad (3)$$

Базовая точка $N_{рац}$, по отношению к которой устанавливаются преимущества и недостатки конкретного варианта, является важной для излагаемого в статье подхода. Поэтому необходимо уточнить принципы установления ее параметров применительно к следующим природным компонентам: недрам, почвогрунтам, подземным водам, поверхностным водам, атмосфере.

Показатель экологической эффективности внедрения j -го природоохранного мероприятия A_j задается в безразмерном виде и определяется по формуле:

$$A_j = \frac{\sum_{i=1}^5 (U_{\max}^i - U_{\text{ост}}^i)}{\sum_{i=1}^5 U_{\max}^i}. \quad (4)$$

Значение A_j изменяется от нуля (предотвращенный ущерб отсутствует) до единицы (остаточный ущерб отсутствует).

Для установления оптимальных параметров внедрения природоохранных технологий (полноты ликвидации последствий техногенного воздействия) ценным является установление зависимости:

$$\eta_j = f(I_j), \quad (5)$$

где I_j – интегральная экологическая ресурсоемкость j -ой природоохранной техноло-

гии; η_j – показатель, отражающий степень восстановления природного компонента, %.

Определение оптимального уровня остаточного техногенного воздействия на природную среду осуществляется с использованием моделей и методик оценки экологических ущербов и ресурсоемкости технологий природопользования [5], которые можно успешно применить и к оценке природоохранных технологий. Экологический ущерб от загрязнения окружающей среды возрастает по мере увеличения нагрузки на нее (рисунок 3).

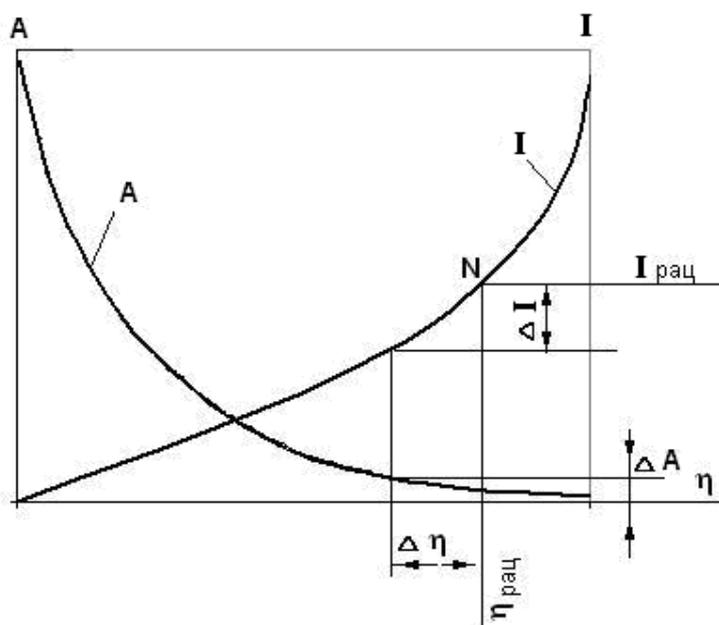


Рисунок 3 - Установление величины рационального остаточного техногенного воздействия на компоненты природной среды

При этом первые порции загрязнения поглощаются окружающей средой, и ущерб природе, хотя и существует, обычно не учитывается в экономических показателях. Каждая последующая порция загрязнения обычно приносит непропорционально больший ущерб, так что зависимость ущерба среде от загрязнения (1) нелинейная. Ущерб можно предотвратить, если задействовать ресурсы на реализацию технологических мероприятий, снижающих техногенные воздействия. Функция этих издержек также нелинейная, потому что затраты на технологические улучшения возрастают непропорционально быстро по сравнению со снижением выбросов. Ясно, что добиться полной

ликвидации загрязнения можно только за счет бесконечно больших расходов, то есть это практически невозможно.

На рисунке 3 по оси ординат представлены значения величины экологической эффективности A и экологической ресурсоемкости I .

По оси абсцисс – показатель η , обозначающий степень устранения экологических последствий при внедрении природоохранной технологии, который выражается в процентах. Исходя из приведенных на рис. 3 зависимостей, рациональная степень устранения экологических последствий равняется $\eta_{рац}$ при величине ресурсных затрат $I_{рац}$ и

экологической эффективности $A_{рац}$, определяемой величиной остаточного ущерба $U_{ост}$ (1). Нахождение рационального значения $\eta_{рац}$ осуществляется при выполнении

условия равенства дополнительных затрат ΔI и величины предотвращенного ущерба ΔU (рисунок 4), выраженных в единицах интегральной экологической ресурсоемкости.

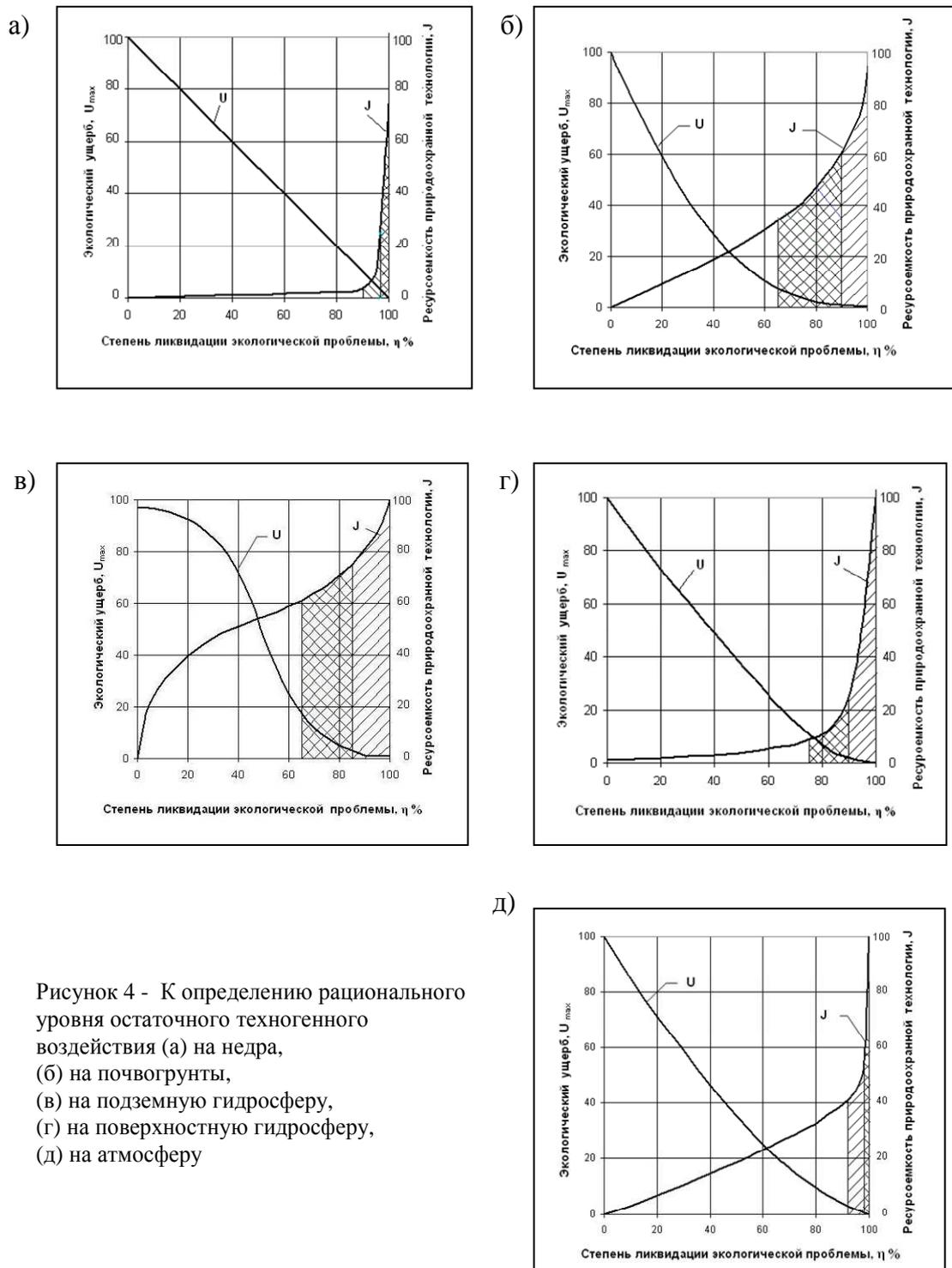


Рисунок 4 - К определению рационального уровня остаточного техногенного воздействия (а) на недра, (б) на почвогрунты, (в) на подземную гидросферу, (г) на поверхностную гидросферу, (д) на атмосферу

При оценке величин ΔI и ΔU для каждого из пяти компонентов природной среды необходимо учесть как особенности внедрения и функционирования природоохранной технологии второй группы, так и особенности подлежащей защите природной компоненты.

Определение рационального уровня остаточного техногенного воздействия на компоненты природной среды осуществляются:

- для недр – с учетом нормативов потерь, разубоживания полезного компонента, затрат на сверхнормативное его извлечение и экологического эффекта, получаемого при уменьшении повреждения компонентов природных ресурсов (рисунок 4а);
- для почвогрунтов – с учетом возможности достижения первоначальной структуры породного массива (в том числе восстановления первого от поверхности водоносного горизонта), качественных параметров почвообразующего и почворастительного слоя, наличия возможности использования данной территории для других экологически приемлемых целей (рисунок 4б);

- для подземных вод (рисунок 4в) – с учетом возможности восстановления гидродинамических параметров водоносного пласта, качественных и потребительских свойств подземных вод;

- для поверхностных вод – с учетом возможности восстановления существовавшей на данной территории орогидросистемы и эффективности хозяйственного, рыбохозяйственного или рекреационного использования поверхностных вод (рисунок 4г);

- для атмосферы (рисунок 4д) – возможности ликвидации (в рамках предельно-допустимых концентраций) загрязнения атмосферного воздуха без изменения существовавшего микроклимата.

Из рисунка 4 следует, что рациональные параметры функционирования природоохранных технологий для различных компонентов природной среды отличны друг от друга.

Диапазоны изменения рациональных параметров техногенного воздействия открытых горных работ на компоненты природной среды приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Рациональные уровни техногенного воздействия открытых горных работ на компоненты природной среды

Компоненты природной среды	Степень устранения техногенного воздействия, %
Недра	90-97
Почвогрунты	65-90
Подземные воды	65-85
Поверхностные воды	75-90
Атмосфера	92-98

Рассмотренный выше подход к выбору структуры параметров функционирования природоохранных технологий в условиях открытых горных работ позволяет выполнить их сравнение на объективной основе, используя для этого численные показатели. Процедура и аппарат установления экологи-

ческой эффективности существующих технологических решений открытых горных работ могут служить инструментом как для решения многих задач, связанных с охраной окружающей среды, так и для текущих, оперативных задач горнодобывающего производства.

Перечень ссылок

1. Копач П.И. Экологическая оценка технологий природопользования // Препринт АН Украины / Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, - Днепропетровск, 1993.
2. Шапарь А.Г., Копач П.И., Радивилов Ю.В. Интегральная экспертная оценка влияния предприятий на окружающую среду // - Днепропетровск: ИППЭ НАН Украины. – 1996. – 42 с.
3. Копач П.И. Использование критерия интегральной экологической ресурсоемкости при оп-

тимизации горнодобывающего производства. // Сб. научных трудов «Проблемы комплексного освоения недр» НГАУ № 2. – Днепропетровск. – 1998.

4. Шапарь А.Г., Копач П.И. Влияние экологических критериев эффективности освоения месторождений на выбор способа разработки // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: - 2002. - № 1. – С. 124-129.

5. Шапарь А.Г., Копач П.И. Исчерпаемость минеральных ресурсов, целесообразность и условия их ввода в эксплуатацию // Открытые горные работы. М.: - 2000. - № 4. – С. 57-62.

P.I. Kopach **FEATURES OF NATURE PROTECTION
TECHNOLOGIES APPLICATION IN THE
CONDITIONS OF THE OPEN MOUNTAIN WORKS**

*Institute of Problems on Nature Management & Ecology, National Academy of Sciences
of Ukraine, Dniepropetrovsk*

Methodology of choice of nature protection technologies is considered in the conditions of mining enterprises with the opened method of mineral deposits mining functioning.

*Надійшла до редколегії 12 вересня 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.техн наук М.А Ємцем*