

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ПУСТОТ НЕДР



Ю. О. Славиковская,
старший научный
сотрудник,
канд. экон. наук
ИГД УрО РАН

Современный тип развития экономики с учетом экологических аспектов можно определить как техногенный, характеризующийся быстрым истощающим использованием невозобновимых видов природных ресурсов (прежде всего полезных ископаемых) и сверхэксплуатацией возобновимых ресурсов (почв, лесов и др.). Горнодобывающая промышленность, как никакая другая сфера хозяйствования, непосредственно «соприкасается» с природными ресурсами, является одним из крупнейших источников существенного негативного воздействия на окружающую среду, затрагивающих практически все ее элементы (литосферу, атмосферу, гидросферу, растительный и животный мир). Не умаляя значимости рекультивации земной поверхности, что является неотъемлемой частью горного производства, в настоящее время назрела необходимость проведения рекультивации непосредственно недр, с учетом их ресурсного потенциала в целях размещения отходов горнопромышленного комплекса и формирования на их основе новых минеральных объектов.

При открытом способе разработки, как и при подземном, хотя и в разной степени по масштабам и характеру проявления последствий, оказывается существенное воздействие на недра Земли.

При открытом способе разработки вследствие выемки полезного ископаемого образуются огромные карьерные выемки (техногенные пустоты недр), в результате чего изымаются большие земельные площади под карьеры и внешние отвалы (см. таблицу).

Существенно нарушается природный ландшафт местности, зачастую образуется новый техногенный ландшафт. Так, на Урале, в Челябинской области, в течение 30 лет исчезла гора Магнитная, в которой находились залежи железных руд. Такая же участь постигла горы Высокую и Благодарь в Тагило-Кушвинском районе.

Подземные горные работы нару-

шают недра более локально, но при этом проникают в них на большую глубину. Если глубина отдельных карьеров достигает в настоящее время в России 600–700 м, то подземные работы ведутся на глубине до 2 км, а в мировой практике, на руднике «Вестерн Дип Левелс» (ЮАР), горные работы осуществляются на глубине 5 км.

Техногенные пустоты недр в первую очередь нарушают напряженно-деформированное состояние рудного массива. Согласно исследованиям, проведенным в ИГД УрО РАН, размеры внутренней зоны деформации составляют 2–3 средних радиуса выработанного пространства, а размеры внешней зоны деформации могут распространяться на 20–30 средних радиусов. Неучтенный рост развития деформационных процессов приводит к катастрофическим последствиям. Примером может слу-

жить авария, которая произошла в 2006 г. на комбинате «Уралкалий», разрабатывающем Прикамское калийное месторождение. Там произошло обрушение пород над выработанным пространством на большой площади ведения горных работ в результате нарушения водозащитной толщи. К счастью, обошлось без человеческих жертв. Однако добыча на одном из крупнейших рудников комбината была остановлена. Под землей осталось более 20 комбайнов стоимостью в миллионы рублей каждый, десятки единиц техники и шахтного оборудования. С выбытием рудника комбинат «Уралкалий» лишился порядка 20 % производственного потенциала. Возникла необходимость строительства обходной железнодорожной ветки МПС. На ликвидацию аварии было направлено свыше 2 млрд руб.

Основные параметры карьерных выемок, отвалов и хвостохранилищ крупных железорудных горнодобывающих предприятий России

Предприятие	Параметры карьерных выемок			Объемы карьерных выработок, тыс. м ³	Объемы отвалов пустых пород, тыс. м ³	Объемы хвостохранилищ, тыс. м ³	Нарушено земель, га
	глубина, м	длина, м	ширина, м				
Михайловский ГОК	310	2600	5300	33908	18180	44300	6338,4
Стойленский ГОК	308	2666	2605	781392	513044	104352	2434,2
Качканарский ГОК	90–184	1500–3000	1400–2000	638200	225000	650000	2991,1
Ковдорский ГОК	324	2300	1550	459993	332049	156500	2167
Высокогорский ГОК	250–280	–	–	200000	120000	120000	1200

Особенностью горного производства также является крупномасштабность образования отходов, объемы которых на стадии разработки месторождения в 4–5 раз превосходят объемы добычи, а объемы отходов обогатительного передела в 3–10 раз превышают объемы производимой продукции. Отвалы и хвостохранилища занимают большие площади на поверхности и являются источниками пылеобразования. Так, протяженность запыления почв горнодобывающим комплексом КМА по длинной оси составляет 40 км, по короткой – 30 км. Концентрация токсичных металлов в почвах колеблется от 2 до 100 фонового природного содержания.

В Конституции РФ записано, что земля является основой жизни и деятельности народов, проживающих на ее территории. Поэтому ликвидация или минимизация нарушенной поверхности и биогеоценотического покрова на основании рекультивации нарушенных земель в горнорудных районах является в настоящее время неотъемлемой частью горного производства. Однако рекультивация земной поверхности не может восстановить в целом естественного состояния природной среды и тем более недр.

Не умаляя значимости рекультивации нарушенных земель, техническая рекультивация техногенных пустот недр является последующим, более «углубленным» этапом, проводимым в целях сохранения и восстановления природной среды, что особенно важно в регионах с развитым горнопромышленным комплексом.

В горнотехнической литературе нет четкого понятия «техническая рекультивация техногенных пустот недр». Часто под этим техническим мероприятием понимается засыпка пустот в постотрабочный период различными материалами, в основном отходами горного производства. Зачастую образовавшиеся пустоты просто заполняются водой.

Не претендуя на полноту определения понятия «техническая рекультивация техногенных пустот недр» их рекультивация должна, по мнению автора, обеспечить:

- ♦ обязательность проведения технической рекультивации недр как части природоохранной деятельности горнодобывающего предприятия;

- ♦ сохранение поверхности и ее ландшафта на основе заполнения образовавшихся пустот различными материалами с последующей рекультивацией земельного покрова; эта проблема должна решаться уже при проектировании на уровне ОВОС;

- ♦ гидроизоляцию выработанного пространства от природного массива путем проведения соответствующих технических мероприятий (создание подстилающих экранов при засыпке пустот, сооружение гидроизолирующих перемычек и т. д.), на основе которых возможно восстановление гидрогеологического режима массива;

- ♦ приоритетность технологий, обеспечивающих ликвидацию техногенных пустот в недрах в процессе разработки месторождения (отработка месторождений системами с внутренним отвалообразованием, определение очередности их отработки при совместном расположении с размещением вскрыши в отработанные карьеры при открытых работах, применение систем с закладкой выработанного пространства при подземных работах).

Неотъемлемой частью технической рекультивации техногенных пустот недр является использование их в качестве потенциального георесурса для размещения отходов и воспроизводства минеральных ресурсов, что является одним из основных экологических направлений сохранения недр. В последнее время данный ресурс уже начинает использоваться на отечественных горнорудных предприятиях. Так, Высокогорским ГОКом на Урале используется выработанное пространство отработанного Главного карьера для размещения на основе применения гидротранспорта отходов обогатения. Институтом Уралгипроруда выпущен проект по складированию отходов производства Магнитогорского металлургического комбината в отрабо-

танном Западном карьере, после заполнения полигона выполняются рекультивационные работы. На Учалинском руднике в целях снижения затрат отходы обогатительного передела используются в качестве закладочного материала. На шахте им. Губкина экономический эффект от размещения отходов обогатения в подземных камерах составил 33,2 руб. на 1 м³ уложенных отходов.

Перспективным направлением является использование при технической рекультивации подземных пустот недр для размещения отходов обогатения и при этом формирование на их базе новых техногенных месторождений, под которыми понимается организованное с позиций их дальнейшей переработки скопление минеральных веществ. Однако практика принятой технической рекультивации недр показала, что в ее основу как при подземной, так и при открытой геотехнологии заложен принцип эффективности только производственной деятельности горнодобывающего предприятия без учета экологического фактора. Безусловно, восстановление ландшафта местности постотрабочных выемок крупных карьеров в ближайшей перспективе из-за существенных затрат не всегда целесообразно. В связи с этим в крупных горнопромышленных районах, таких, как Кузбасс, где объемы вскрышных пород только в ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь» составляют более 260 млн м³, весьма реально создать новые формы техногенного рельефа. В других случаях крупные карьерные выемки в постотрабочный период должны рассматриваться в социальном аспекте (строительство баз отдыха, создание техногенных водоемов и т. д.)^{*}. Поэтому в настоящее время ставить вопрос о полной рекультивации пустот карьеров и зон обрушения шахт преждевременно, поскольку это связано с колоссальными затратами. При этом должен учитываться целый комплекс вопросов: география местности залегания месторожде-

^{*}Славицкая Ю. О. Сохранение территорий недр и техногенное воспроизводство минеральных ресурсов при недропользовании // Маркшейдерия и недропользование. – 2008. - № 2. – С. 25–28.

ний; демографическая и экологическая ситуация в регионе; параметры техногенных пустот недр и варианты использования их ресурсного потенциала с учетом наносимого и предотвращенного ущерба окружающей среде в целом, а также ряд других факторов, что предопределяет в каждом конкретном случае необходимость проведения соответствующей эколого-экономической оценки, исходя из сложившейся ситуации, для выбора оптимальной технологии выполнения технической рекультивации техногенных пустот недр и их использования.

Принципиальная схема проведения эколого-экономической оценки по выбору приоритетных направлений осуществления технической рекультивации (см. рисунок) должна выстраиваться исходя из условий не только повышения эффективности производственной деятельности горнодобывающего предприятия, но и его природоохранной деятельности.

На первом этапе осуществляются сбор информации о географических, экологических, экономических и социальных условиях района расположения техногенных пустот недр, подлежащих рекультивации, и определя-

ется возможная технология проведения их технической рекультивации на основе одновременного экологического и экономического подхода, обеспечивающего, с одной стороны, высокие производственные показатели, а с другой – поддержание в зоне действия горнодобывающего предприятия благоприятной экологической обстановки, максимально возможное сохранение и воспроизводство природных ресурсов. При этом вопросы необходимости сохранения поверхностного слоя недр и ландшафта местности должны решаться предварительно уже на стадии выбо-

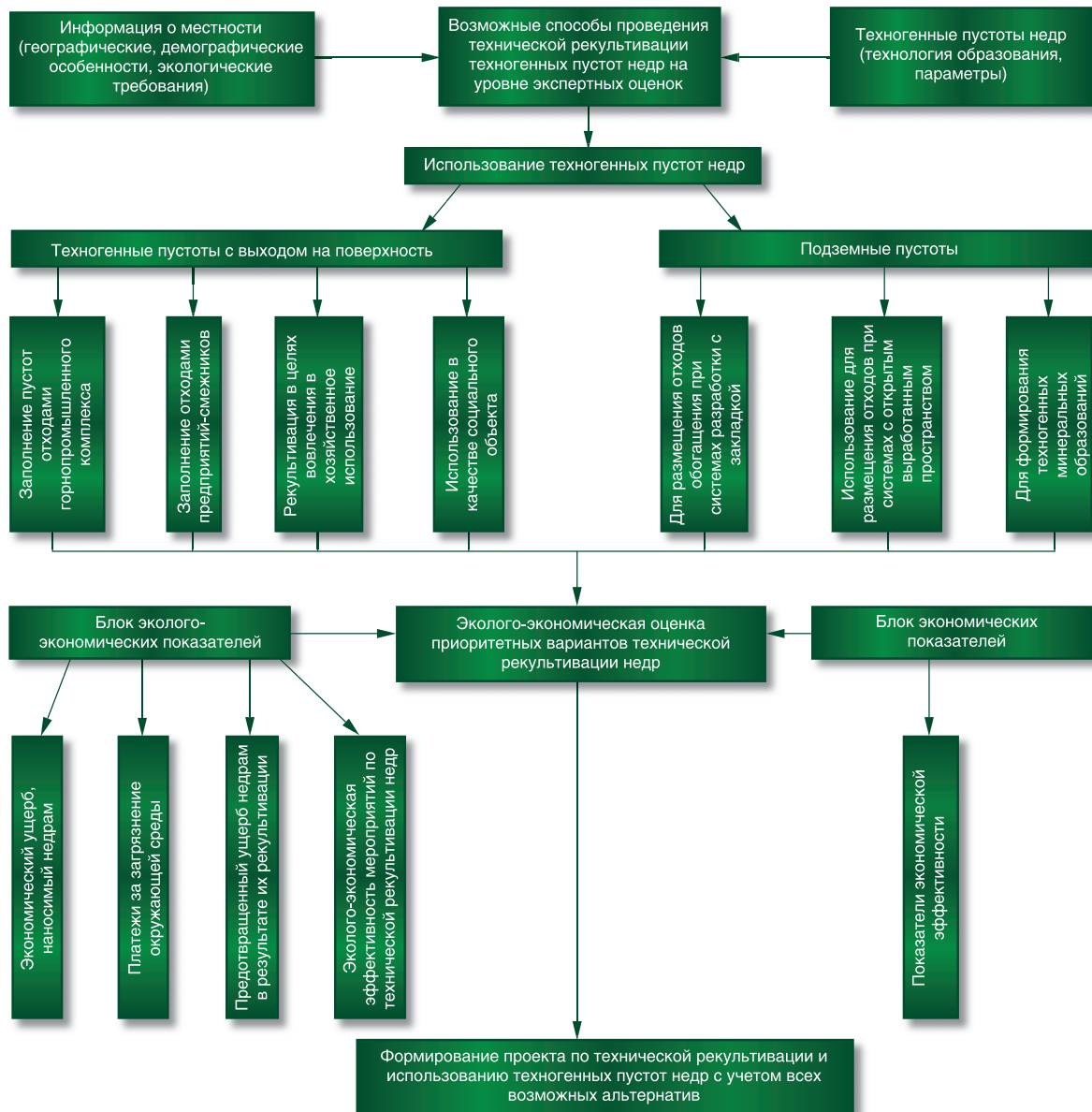


Схема проведения эколого-экономической оценки приоритетных направлений технической рекультивации и использования техногенных пустот недр

ра технологии обработки месторождения, а возможности использования техногенных пустот и восстановления поверхности недр и ландшафта определяет технология проведения технической рекультивации.

На втором этапе решается комплекс вопросов по эффективности природоохранных мероприятий (эколого-экономический блок) и связанные с технической рекультивацией вопросы затратности ее проведения (техничко-экономический блок).

Эколого-экономический блок позволяет определить эффективность использования ресурсного потенциала техногенных пустот в случае захоронения в них отходов горнопромышленного комплекса за счет снижения платежей за загрязнение окружающей природной среды. Данный блок должен содержать показатели экономического ущерба, наносимого недрам при их эксплуатации, который укрупненно можно определить как: $Y_{\text{общ}}^n = \sum_{i=1}^n Y_i$, где Y_i – ущерб, наносимый недрам при их освоении и ущерб, наносимый ландшафту местности; i – природный объект, которому наносится ущерб (участок недр или элемент ландшафта). Ущерб непосредственно недрам можно определить, исходя из затрат на рекультивацию образовавшихся техногенных пустот: $Y_n = \sum_{t=1}^T V_{nt} C_{\text{рек}}^t$, где V_{nt} – общий объем образования пустот в t -м году эксплуатации, м³; $C_{\text{рек}}^t$ – величина затрат на рекультивацию 1 м³ пустот, а также исходя из стоимости освоения участка недр $Y_{\text{и.н.}} = (ЧДД/V_{\text{общ}}) V_p$, где ЧДД – чистая дисконтированная стоимость ожидаемых будущих доходов от эксплуатации месторождения, руб.; $V_{\text{общ}}$ – общий объем запасов месторождения, м³; t ; V_i – объем добытого полезного ископаемого в определенном t -м году эксплуатации, м³, т. Экономический ущерб ландшафту местности укрупненно можно определить, исходя из следующих показателей: $Y^n = \sum_{j=1}^m Y_j$, где Y_j – экономический ущерб, наносимый земельным и биологическим ресурсам, ущерб в результате нарушения поверхности и ущерб вследствие

нарушения эстетических свойств ландшафта местности.

Помимо показателей экономического ущерба недрам, эколого-экономический блок должен учитывать платежи за природопользование и загрязнение окружающей среды: $C_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n C_i + \sum_{j=1}^m C_j$, где C_{ij} – показатель платежей за природопользование или загрязнение окружающей среды; $i = 1, 2, \dots, n$ – вид загрязняемой природной среды; $j = 1, 2, \dots, m$ – вид используемого природного объекта. Следующими составляющими эколого-экономического блока являются показатели предотвращенного ущерба окружающей среде. По основным элементам биосферы (атмосфера, гидросфера, земельные и биологические ресурсы) предотвращенный ущерб определяется в соответствии с действующими методиками. Что же касается предотвращенного ущерба недрам при их рекультивации, то его можно определить следующим образом: $\Delta Y^n = \sum_{i=1}^n \Delta Y_i$, где ΔY_i – предотвращенный ущерб недрам и ландшафту местности в результате рекультивации техногенных пустот. И, наконец, последними составляющими блока эколого-экономической оценки являются показатели экономической эффективности мероприятий по технической рекультивации и использованию техногенных пустот недр, которые укрупненно можно определить как: $P_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n P_i + \sum_{i=1}^n \Delta D_i$, где P_i – экономический эффект, получаемый горнодобывающим предприятием при складировании собственных отвалных пород и хвостов обогащения в выработанное пространство, при складировании и приеме на хранение отходов обогатительного пещела, отвалных пород или прочих отходов (в частности ТБО) от других предприятий, при использовании выработанного пространства для размещения новых социально-культурных объектов; ΔD_i – дополнительный доход, получаемый предприятием от использования выработанного пространства под складирование отходов, от использования нового социального объекта; $i = 1, 2, \dots, n$ – на-

правления использования техногенных пустот недр.

Вторая составляющая, которую необходимо учитывать при выборе варианта технической рекультивации и использования техногенных пустот недр, – это показатели общей экономической эффективности, к которым относятся чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, индекс доходности, срок окупаемости.

На третьем этапе проведения эколого-экономической оценки приоритетных направлений технической рекультивации использования техногенных пустот недр осуществляется непосредственно формирование проекта по проведению данных работ с учетом всех возможных альтернатив.

Эколого-экономическая оценка технической рекультивации техногенных пустот недр является неотъемлемой частью технико-экономико-экологического этапа проектирования освоения недр, когда «обосновываются параметры, способы освоения недр, технологические схемы разработки и использования выработанного пространства, организационно-технические решения по ведению горных работ»³⁸. ■

Environmental and economic evaluation of the reclamation of mined-out areas
Yu. O. Slavikovskaya

Mining industry as no other economic sector is "in immediate contact" with natural resources, and it is one of the largest sources of negative environmental effect. This unfavourable effect is particularly harmful for underground resources. With no detracton from the importance of land reclamation, which is an integral part of the mining process, it is a long-felt necessity to remedy the mined-out areas, with due account for their resource potential, for the disposal of mineral mining and processing wastes and formation new mineral sites on their basis. The authors substantiate the choice of top-priority areas of underground reclamation on the basis of environmental and economic estimates. The assessment procedure includes three major components^ collection of data on local geography and parameters of mined-out areas; environmental and economic assessment of remediation options and formation of the project for engineering reclamation of mined out areas and their practical use.

³⁸Каплунов Д. Р. Современное содержание методологии проектирования освоения недр // Недропользование-XXI век. – 2008. – № 1. – С. 30–34.