

**ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ
ПРИ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІЙ ОЦІНЦІ РОДОВИЩ
КОРИСНИХ КОПАЛИН НА ОКРЕМИХ СТАДІЯХ
ГЕОЛОГІЧНОГО ВИВЧЕННЯ ТА ОСВОЄННЯ НАДР**

*М. М. Курило, канд. геол. наук
(Київський національний університет
ім. Тараса Шевченка)*

В статті проводиться аналіз та систематизація екологічних показників геолого-економічної оцінки на окремих стадіях геологічного вивчення та освоєння надр на прикладі вітчизняних гірничо-добувних регіонів. Визначено, що на стадіях початкової, попередньої ГЕО приймають до уваги загальні екологічні фактори впливу; на стадії детальної ГЕО та проектування вплив екологічних факторів реалізується в економічних показниках собівартості видобутку, капіталовкладень; при експлуатації родовищ корисних копалин проводять оцінку екологічних ризиків, що виникають на території впливу добувального підприємства та економічні збитки, пов'язані з ними.

В статье проводится систематизация экологических показателей геолого-экономической оценки на различных стадиях геологоразведочных работ и освоения месторождений. Определено, что на начальных этапах оценки принимают во внимание обобщающие экологические факторы; на стадии детальной геолого-экономической оценки и проектирования влияние экологических факторов реализуется в экономических показателях себестоимости добычи и капиталовложений; при эксплуатации месторождений также проводят оценку экологических рисков и связанных с ними экономических потерь.

Ecological indices systematization of geological-economical evaluation is realized. Peculiar properties of separate stages of exploration work are taken into consideration. While prospecting work general ecological factors are defined; during exploration work and projection ecological indices are realized in economical (mining cost, total investments volume); during exploitation works material losses concerned with ecological risks are assessed.

Постановка проблеми

Освоєння мінерально-сировинної бази завжди розглядалось важливим фактором розвитку держави та окремих регіонів, але беззаперечно пов'язано із екологічними наслідками, які з кожним роком реалізуються у вигляді техногенних змін природного середовища і деколи набувають форми екологічних криз і катастроф. Гірничо-видобувні регіони (ГВР) України внаслідок тривалого використання мінерально-сировинної бази зараз є об'єктами прояву процесів виснаження надр, які пов'язані із загостренням екологічних проблем. За оцінками фахівців [2] до ГВР із критичним станом довкілля зараз належать Донецький, Криворізький; із суттєво погіршеним станом — Львівсько-Волинський, Передкарпатський, Центральнотрапезний уранорудний, Белозерський залізорудний, Микитівський ртутнорудний райони, Нікопольський марганцеворудний; решта (Східний нафтогазопромисловий, Чорноморсько-Азовський, Кременчуцький залізорудний, Олександрійський буро-вугільний райони та ін.) вважаються об'єктами із частково погіршеним станом довкілля.

Оцінка мінеральних ресурсів на будь-якій стадії освоєння надр передбачає комплексне врахування екологічних показників і ризиків та максимальне передбачення наслідків розробки родовищ корисних копалин. При цьому на окремих етапах геолого-економічної оцінки (ГЕО) родовищ екологічній складовій приділяється достатня увага, але враховується різноманітними блоками показників. При геологорозвідувальних і проектувальних роботах це знаходить відображення у оцінці впливу на навколишнє середовище (ОВНС), еколого-економічній оцінці інвестиційних гірничих проєктів, але вже при освоєнні родовищ приймають економічний вираз обов'язкових екологічних платежів та оцінюються геологічні ризики видобувної діяльності.

Аналіз попередніх досліджень

В сучасних роботах з економічної геології екологічна складова розглядається як обов'язкова при проведенні геолого-

економічної оцінки родовищ. В роботі [6] мінеральні ресурси розглядаються як базис «піраміди, що відображає екологічні та соціально-економічні проблеми розвитку матеріальної основи суспільства». Вигляд цих взаємозв'язків наведено на рис. 1.

В даній роботі обґрунтовується висновок про визначну роль екологічних факторів в процесах виснаження мінеральних ресурсів, які необхідно моделювати і вирішувати не лише з економічних позицій. При цьому пріоритет в прийнятті рішень при геолого-економічній оцінці локальних і регіональних об'єктів надрокористування повинен надаватись екологічним факторам, хоча важливість економічної складової не викликає сумнівів. Такі погляди зараз висвітлюються в багатьох роботах, але не враховують головних екологічних механізмів регулювання освоєння надр. Багато інструментів пов'язані з інтерналізацією зовнішніх ефектів, які відбуваються при видобуванні корисних копалин. Їх дія спрямована на перетворення зовнішніх для надрокористувача ефектів негативного впливу на навколишнє середовище на внутрішні, які пов'язані з економічними витратами. Тому взаємозв'язок екологічної та економічної складової при проведенні ГЕО такий же тісний як і геологічних, гірничо-технічних, технологічних та інших факторів.



Рис. 1. Взаємозв'язок мінерально-сировинної бази та екологічних, соціально-економічних аспектів розвитку території [6].

Виділення невирішених раніше частин проблеми та формулювання цілей статті

Більшість досліджень пов'язаних із специфікою геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин стосуються стадійності та методик їх проведення, при цьому головна увага зосереджується на детальній ГЕО, яку здійснюють на стадії розвідувальних робіт. Інструменти і показники, в тому числі і екологічного змісту, такої оцінки досить детально розроблені. При цьому інші види ГЕО (на початкових етапах геологічного вивчення, при експлуатації родовищ корисних копалин, при завершенні гірничо-добувних робіт) мають значні відмінності у застосовуваних методиках. Досить яскраво це виражається в розрахунках екологічних показників ГЕО, які часто мають вирішальне значення. Грунтовно цикли освоєння об'єктів надрокористування описані в роботах А. С. Астахова [1], де системно простежується взаємозв'язок всіх стадій освоєння та факторів оцінки корисних копалин, але екологічна складова розглядається опосередковано.

Метою даної роботи є аналіз та систематизація екологічних показників ГЕО на окремих стадіях геологічного вивчення та освоєння надр на прикладі вітчизняних гірничо-добувних регіонів.

Виклад основного матеріалу

Геолого-економічна оцінка (ГЕО) об'єктів геологорозвідувальних робіт — періодичний аналіз результатів геологічного та техніко-економічного вивчення нагромаджень корисних копалин з метою оцінки їх промислового значення на основі визначення із зростаючою детальністю: технологічної схеми видобутку і переробки мінеральної сировини, техніко-економічних показників виробничого процесу та фінансових результатів реалізації товарної продукції гірничого виробництва [3]. Виділяються детальна, попередня і початкова геолого-економічні оцінки, які відповідають пошуковій, пошуково-оцінювальній, розвідувальній стадії геологорозвідувальних робіт в залежності від складності геологічної будови оцінюваного об'єкта. В процесі експлуатації родовищ ГЕО є обов'язковою для об'єктів добувної промисловості за результатами дорозвідки, експлуатаційної розвідки.

Типові складові циклу геологічного вивчення та освоєння родовищ корисних копалин наведено на рис. 2.

При геологічному вивченні ділянок надр проводиться три стадії ГЕО: початкова (ГЕО-3), попередня (ГЕО-2), детальна (ГЕО-1). **На стадії пошукових робіт (ГЕО-3, ГЕО-2)** метою є визначення промислової цінності потенційних рудопроявів та родовищ, що проводиться за укрупненими техніко-економічними показниками із значною часткою використання методів-аналогій із відомими об'єктами. При цьому детальні обґрунтування можливого впливу освоєння родовища не проводять, а встановлюють лише загальні екологічні фактори впливу: існування на території природних об'єктів, що особливо охороняються (заповідники, заказники, національні парки тощо); господарську цінність земель, що відчужуються (сільгосп-гіддя, ліси); можливими екологічними наслідками від порушення цілісності надр, водного режиму тощо.

При детальній ГЕО-1 зазначені фактори безпосередньо набувають вартісних значень внаслідок калькуляції природоохоронних і природовідновлюючих заходів при собівартості виробництва гірничо-добувного підприємства та їх врахування при проектуванні самого підприємства.



Рис. 2. Типові складові циклу геологічного вивчення та освоєння родовищ корисних копалин

- Цифрами позначено основні етапи освоєння родовища корисних копалин: I — регіональне вивчення надр, II — пошукові роботи, III — розвідка родовищ корисних копалин, IV — проектування гірничо-добувного підприємства, V — будівництво підприємства, VI — видобування корисних копалин, період вичерпання запасів корисних копалин та зменшення обсягів видобутку, VII — припинення видобувної діяльності/консервація родовища.

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

Саме на стадії детальної оцінки та проектування чітко простежується взаємозв'язок економічної і екологічної складової гірничих проектів. ОВНС включає характеристику існуючого стану навколишнього середовища за результатами доінвестиційних екологічних досліджень; містить відомості про необхідні заходи щодо послаблення негативних впливів, методику їх контролю та ефективності, калькуляцію витрат пов'язаних з реалізацією зазначених заходів, моделювання кінцевого ефекту екологічних впливів.

Особливим випадком при проведенні ОВНС є оцінка комплексних родовищ, коли контури ділянок корисних копалин декількох видів співпадають і розробка одного з них призводить до незворотніх втрат інших видів корисних копалин, причому екологічно більш важливих. Приклади таких ускладнень найчастіше трапляються при розробці нафтогазових родовищ, яка призводить до значних втрат питних підземних вод [6]. Такий досвід свідчить про необхідність комплексних оцінок при реалізації крупних проектів із довгостроковим прогнозуванням екологічних наслідків.

Як правило, реалізація природоохоронних заходів та рекультивації на усіх об'єктах, претензії по яким можуть бути висунуті конкретним надрокористувачам (юридичним особам), передбачена за рахунок їх прибутків. Здійснення заходів на всіх об'єктах, де відповідні претензії не можуть бути висунуті конкретній юридичній особі, здійснюються за рахунок бюджетних коштів держави (регіону), які виділяються на спеціальні програми. Прикладами можуть бути державна програма Німеччини з відновлення природних умов, порушених діяльністю колишнього Радянсько-Німецького товариства «Вісмут» (вартість близько 13 млрд марок) і проект UMTRA-I з відновленням природних умов, порушених діяльністю уранодобувних кампаній в 50—70 роках минулого століття в США (2,1 млрд дол.) [5]. Вітчизняним прикладом є родовища тривалого сірководобутку Передкарпаття, для яких зараз державою щороку виділяється 6—8 млн грн для рекультивації ГХП «Сірка».

При геолого-економічній оцінці родовищ, що експлуатуються вплив екологічних факторів стає надзвичайно відчутним і призводить до виникнення екологічних небезпек та ризиків. Екологічний ризик

визначається як вірогідність навмисних або випадкових, поступових та катастрофічних антропогенних змін існуючих природних об'єктів, факторів та екологічних ресурсів. Ризик розглядається як міра кількісного визначення небезпеки і характеризується величиною збитків від дії певного фактору небезпеки, ймовірністю виникнення небезпечного фактору, невизначеністю у величинах як збитку, так і ймовірності виникнення.

Основою для визначення можливого ризику прояву негативних змін геологічного середовища (як природних, так і техногенних) є його комплексний показник, який акумулює всю послідовність залежних і незалежних ризиків. При цьому залежні ризики перемножуються, а незалежні — додаються. Ризик у техногенній сфері нашої країни (за існуючими дослідженнями і класифікаціями) досить високий і становить $5.35 \cdot 10^{-4}$ (у нормативних документах Євросоюзу та Росії значення індивідуального ризику рекомендується приймати не більшим за 10^{-6}) [2]. Показник ризику для досліджуваної території може виступати як фактор природно-ресурсних обмежень видобувної діяльності. Прикладом цього може бути регіон вуглевидобування Західного Донбасу в межах якого ризик прояву небезпечних змін геологічного середовища дорівнює $1,7 \cdot 10^{-3}$ і за існуючими класифікаціями відноситься до небезпечних.

Для цілей з'ясування масштабів і наслідків впливу на довкілля видобутку і переробки мінеральної сировини на певний момент часу треба сконцентрувати зусилля на врахуванні реально існуючих негативних екологічних наслідків різних чинників такого впливу, що зводиться до відносно простих показників, які легко отримати та розрахувати (типу площ вилучених земель, кількості накопичених відходів, викидів у повітря, скидів у водне середовище, об'єму виробленого простору, площі забруднених чи ушкоджених територій тощо).

Екологічні показники діяльності гірничодобувних і переробних підприємств використовують для характеристики впливу на довкілля розробки різних видів мінеральної сировини. Дійсно будь-яке підприємство (гірничодобувне чи переробне) визначається конкретними екологічними показниками впливу його діяльності на навколишнє середовище, більшість з яких легко вивести на рівень державної статистичної звітності. Такі показники можна згрупувати за основними чинниками впливу: 1 — порушення

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

породного масиву внаслідок ведення гірничих робіт; 2 — накопичення відходів гірничодобувного і збагачувального комплексу; 3 — вилучення земель; 4 — порушення гідрогеологічного режиму; 5 — забруднення ґрунтів, вод, повітря.

Перелік екологічних показників потребує ретельного опрацювання для реального відображення впливу підприємства на навколишнє середовище, екологічні ризики, що виникають на території його впливу, та економічні збитки. Останнє стосується не лише прямих збитків, але й тих, що виникають внаслідок не отримання прибутків від використання території для іншої діяльності (наприклад, сільськогосподарської чи туризму).

Узагальнено типові зміни економічних показників, що містять екологічні складові наведено на рис. 3. На етапі геологічного вивчення та проектування витратна частина показників освоєння родовища включає витрати на проведення ОВНС і базується на комплексному моделюванні видобувної діяльності на конкретному об'єкті. Інвестиції при будівництві гірничодобувних комплексів включають значні кошти на реалізацію запланованих



Рис.3. Типова зміна економічних параметрів, що містять екологічні складові освоєння родовища корисних копалин

Цифрами позначено типові епюри динаміки параметрів: 1 — кумулятивна сума капіталовкладень в освоєння родовища; 2 — кумулятивна сума реінвестицій при експлуатації; 3 — собівартість видобутку корисних копалин; 4 — річний прибуток при незмінній якості сировини; 6 — економічний ефект від капіталовкладень в геологічне вивчення і освоєння родовища; цифрові позначення I—VII як на рис. 2)

ОВНС заходів. Чим вони масштабніші, тим більша частина коштів припадає на екологічну складову інвестицій, але при майбутній експлуатації родовища ці витрати компенсуються економічним ефектом від передбачених екологічних збитків, що відобразиться на собівартості видобутку.

При експлуатації родовищ екологічні фактори впливають на собівартість видобутку і реалізуються в розмірах обов'язкових платежів — плати за забруднення навколишнього середовища, плати за землю, плати за надра, за спеціальне використання води та ін. На етапі інтенсивного використання ресурсів над-рокористувачі часто реалізують масштабні проекти спрямовані на зменшення викидів забруднюючих речовин в поверхневі водойми і підземні горизонти; зменшення площ земель зайнятих відходами; локалізацію забруднення земельних ресурсів хімічними речовинами; створення природних комплексів (заповідних територій) після проведення рекультивациі ландшафтів.

Після припинення видобувної діяльності на об'єктах над-рокористування здійснюються комплексні еколого-економічні оцінки, які забезпечують вибір оптимального варіанту подальшого використання об'єкта. Необхідність таких досліджень пов'язана в першу чергу з утворенням відходів, техногенних родовищ, яскравим прикладом яких є Мазурівське родовище рідкісно-метальних нефелін-польовошпатових руд. З 1950-х років рідкіснометальні руди Октябрського рудного поля, до якого належить родовище, розроблялись як джерело цирконію. Інші рідкісні метали (ніобій, рідкісні землі) не вилучались через відсутність технології їх збагачення, невеликих вмістів компонентів [8]. Проведені в останнє десятиліття дослідження визначили Мазурівське родовище як комплексний рудний об'єкт із можливістю отримання рідкісних металів (цирконій, ніобій, тантал), високоякісних нефелін-польовошпатових концентратів, а також тетралориду кремнію для виробництва фероалюмінієвих продуктів і коагулянтів.

Прикладами перетворення об'єктів видобутку корисних копалин на рекреаційні зони є штучні озера Передкарпаття, які створені в залишкових виїмках сірчаних кар'єрів (Яворівське, Роздільське, Подорожненське озера). Найбільшим є Яворівське озеро з потужним рекреаційним потенціалом. Розробниками проекту цих техно-

генних водоймищ зазначається, що порушені землі після сірко видобування непридатні для традиційного сільського господарства, а найкраща їх перспектива це створення регіонального ландшафтного парку [4].

Висновки

Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин є комплексним дослідженням об'єктів із багатоваріантними розрахунками, що спрямовані на вибір оптимального напрямку освоєння родовища. На кожному етапі ГЕО комплекс показників включає екологічну складову, що може за певних умов набувати вирішального значення. На стадіях початкової, попередньої ГЕО приймають до уваги загальні екологічні фактори впливу: існування на території природних об'єктів, що особливо охороняються, господарську цінністю земель, що відчужуються; можливими екологічними наслідками від порушення цілісності надр, водного режиму тощо. На стадії детальної ГЕО та проектування вплив екологічних факторів реалізується в показниках собівартості видобутку та переробки сировини та розмірах запроектованих капіталовкладень. При експлуатації родовищ корисних копалин до попередніх параметрів додаються збільшення або зменшення обов'язкових платежів, які мають екологічну складову. Крім цього, проводять оцінку екологічних ризиків, що виникають на території впливу добувного підприємства та економічні збитки, пов'язані з ними. Після припинення видобувної діяльності на об'єктах надрокористування проводять комплексні еколого-економічні оцінки, які забезпечують вибір оптимального варіанту подальшого використання об'єкта.

* * *

1. Астахов А. С. Экономика разведки, добычи и переработки полезных ископаемых (геоэкономика) / А. С. Астахов. — М.: Недра, 1991.

2. Екологічна геологія / за ред. М. М. Коржнева. — К.: ВПЦ «Київський університет». — 2006.

3. Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин Державного фонду надр. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України № 432 від 5.05.1997 р. — Державна комісія України по запасах корисних копалин при Міністерстві екології та природних ресурсів — К., 1997.

4. Нові озера Львівщини. Підсумки робіт ВАТ «Гірхімпром» та Відділення гірничо-хімічної сировини АГН України. — Львів, 2006.

5. Самсонов Б. Г. Уранодобывающая промышленность и экология / Б. Г. Самсонов, М. В. Шумилин // Разведка и охрана недр. — 1996. — № 3. — С. 25—28.

6. Трофимов В. Т., Зилинг Д. Г. Экологическая геология / В. Т. Трофимов, Д. Г. Зилинг. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. — 415 с.

7. Уланова Н. Г. Эколого-экономическая оценка инвестиционных проектов / Н. Г. Уланова // Экономика природопользования. — 2003. — № 1. — С. 21—31.

8. Черниенко Н. Н. Мазуровское месторождение редкометальных нефелин-полевошпатовых руд — проблемы и перспективы освоения / Н. Н. Черниенко // Сучасні економічні можливості розвитку та реалізації мінерально-сировинної бази України і Росії в умовах глобалізації ринку мінеральної сировини. Зб. наук. праць ІГН НАНУ. — К.: ІГН НАНУ. — 2005. — С. 280—285.

Отримано: 10.10.2009 р.