

УДК 622.271.32:622.221

Літвінов Ю.І., магістр
(Державний ВНЗ «НГУ»)

**ОБМЕЖЕННЯ ПОРУШЕНЬ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ НА ОСНОВІ
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ СПОСОБОМ РОЗКРИТТЯ
ТА СИСТЕМОЮ РОЗРОБКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РОДОВИЩА**

Литвинов Ю.И., магистр
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

**ОГРАНИЧЕНИЕ НАРУШЕНИЙ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ
ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ СПОСОБОМ ВСКРЫТИЯ И СИСТЕМОЙ
РАЗРАБОТКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Litvinov Yu., M.Sc. (Tech.)
(State HEI «NMU»)

**LIMITING THE VIOLATION OF NATURAL RESOURCES ON THE
BASIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE OPENING METHOD
AND THE DEVELOPMENT OF A HORIZONTAL DEPOSIT**

Анотація. Досліджено зміст та народногосподарське значення природних ресурсів. Використовуючи мінеральний ресурс, гірничодобувне підприємство порушує безпосередньо чи опосередковано інші природні ресурси, оскільки всі вони у часі та просторі пов'язані між собою. Розвинуто уявлення про обмежене порушення природних ресурсів й запропоновано його розуміти як використання ресурсів за мінімально допустимими обсягами, виходячи з економічної доцільності виробництва продукції, технологічної можливості здійснення виробничих процесів, ступеня порушення супутніх природних ресурсів та рівня негативного впливу на здоров'я населення гірничодобувного регіону. Сформульовано методичні підходи до пошуку компромісу між цими обмеженнями. Ефективність заходів щодо збереження природних ресурсів запропоновано оцінювати на основі втраченої вартості використаних земель як різниці між вартістю природних, що виділені для експлуатації родовища, та вартістю повернутих техногенних земель, причому вартість земель встановлюється разом з вартістю інших природних ресурсів на цих землях.

Запропоновано підхід до вибору раціонального взаємозв'язку між способом розкриття та системою розробки, що впливатиме на вибір технологічної схеми відпрацювання горизонтального родовища з мінімальним обсягом порушень природних ресурсів та максимальним відновленням раніше пошкоджених ресурсів.

Ключові слова: родовище корисної копалини, розкриття кар'єрного поля, система розробки родовища, природні ресурси, відтворення вартості земельних ресурсів.

Вступ. Відомі сьогодні технології розробки горизонтальних родовищ характеризуються сильним негативним впливом на навколишнє природне середовище. Проблема, що склалась, спричинена технічними та технологічними засобами експлуатації родовища. Ці засоби, через незадовільну адаптацію існуючих технологічних схем гірничих робіт, передусім із-за взаємозв'язку між способом розкриття та системою розробки, до збереження природних ресурсів не відпові-

дають еколого-орієнтованим вимогам до видобування корисної копалини.

При цьому порушуються за площею і якістю не тільки земельні, але й інші супутні ресурси (водні, рослинні тощо).

Принципово важливим для збереження ресурсів є використання виробленого простору кар'єру та залишкових гірничих виробок. Тому особливої актуальності набуває теоретичне визначення впливу взаємозв'язку між способом розкриття та системи розробки горизонтального родовища на рівень засипки виробленого простору кар'єру.

Мета роботи. Розробити методичні засади та технологічний підхід до обмеженого порушення природних ресурсів шляхом вибору раціонального способу розкриття і системи розробки горизонтального родовища, що дозволяють знижувати втрати площ природних земель та утворювати сприятливі умови для їх відновлення.

Основна частина. Вирішенню питань щодо технологічного обмеження порушень природних ресурсів та їх збереження на відкритих розробках приділяється достатня увага. Розглянемо наукові праці, що містять результати досліджень сутності та важливості збереження природних ресурсів. В роботах [1, 2] розроблено та впроваджено технології відновлення порушених гірничими роботами земель як елементів екологічної мережі. Передбачено утворення Інгулецького екологічного коридору та технології формування різноманіття вторинних екосистем. Не менш важливим є інноваційні рішення із впровадження альтернативних технологій в промисловому Придніпров'ї за умови ресурсного обмеження [3]. Автори роботи [4] наголошують на необхідності врахування взаємозв'язку соціальних, кліматичних та геотехнічних факторів з параметрами порушених природних ресурсів при доопрацюванні родовищ, задля уникнення глобальних негативних змін в геосфері. З досліджень [5, 6] також витікає, що поновлення екологічного і естетичного стану ландшафтів має важливе науково-прикладне значення для якості рекультивованих земель, їхньої площі та строку повернення до сільського господарства.

Відносно технологічного зв'язку між способом розкриття та системою розробки, його впливу на обмеження порушень природних ресурсів слід відзначити статтю [7]. Собко Б.Ю. пропонує раціональний спосіб розкриття розсипного родовища утворювати на основі тимчасових напівтраншей, що поліпшує екологічність способу за рахунок засипки капітальної та виїзної траншей. У роботі [8] також розглядається взаємозв'язок між способом розкриття та системою розробки за умови вилучення земель для відпрацювання родовища і відновлення у границях кар'єрного поля. У дослідженнях Боброва С.А. [9] увагу актуалізовано на раціональному користуванні земельними ресурсами шляхом впровадження оптимальних способів розкриття, системи розробки родовища, вибору гірничотранспортного устаткування, які можуть зменшувати ландшафтні порушення земної поверхні.

Методичні рішення і розроблені технології в опублікованих наукових працях в основному ґрунтувались на використанні високопродуктивного розкривного устаткування. В них питання щодо збереження природних ресурсів в умо-

вах зниженого попиту на корисну копалину безпосередньо не розглядалось. В результаті значного зниження обсягу реалізації мінеральної сировини, що видобувається, суттєво змінюється ставлення гірничодобувного підприємства до обмеження порушень природних ресурсів. Велика потужність підприємства є зайвою для малих обсягів видобутку і тому доцільно технологічний комплекс гірничих робіт адаптувати до зниженого попиту на продукцію підприємства шляхом реконструкції комплексу. Так буде також досягати обмежене порушення природних ресурсів.

Крім того, існуючі підходи передбачають загалом технологію відпрацювання конкретного родовища при дотриманні проектних обсягів порушених земель шляхом усунення наслідків його відкритої розробки, що виключає можливість більш ефективного попередження цих порушень. У той же час сьогодні потрібні технологічні схеми розробки горизонтальних родовищ, які б відповідали вимогам сталого розвитку економіки гірничодобувних підприємств в ринкових умовах господарювання. А для цього підприємства мають видобувати корисну копалину в обсязі, що буде реалізований при обмеженому порушенні природних ресурсів.

Природні ресурси порушуються під час їх освоєння. До цих ресурсів, насамперед, відносяться земельні, водні, мінеральні, рослинні та ресурси тваринного світу (рис. 1). Освоєння природних ресурсів зводиться до їх виявлення, оцінки, розвідки, визначення кадастру по видах (таксація лісів, земельний кадастр, водний кадастр, підрахунок запасів корисної копалини й т.п.), до саме порушення, заощадження й охорони від виснаження, підтримці продуктивності, а також до відновлення (рекультивация ландшафтів і ґрунтів, відновлення й зміцнення берегів водоймищ, лісонасадження тощо). Нажаль, без розробки родовищ корисних копалин, яка є джерелом значних грошових надходжень до економіки країни, обійтися неможливо. Тому порушення природних ресурсів є неминучим. У той же час мова може йти про обмежене їх порушення та відтворення.



Рисунок 1 - Схема, що демонструє порушення природних ресурсів відкритими гірничими розробками

Тут і надалі під обмеженим порушенням природних ресурсів автор розуміє їх використання за мінімально допустимими обсягами, виходячи з економічних, технологічних, екологічних та соціальних обмежень (рис. 2). Ці обмеження пов'язані між собою таким чином, що досягнення одного з них, наприклад економічного, буде суперечити умовам досягнення екологічних обмежень чи технологічні обмеження не будуть співпадати з соціальними обмеженнями. Рішення задачі, яка розглядається, є багатоваріантним та повинне прийматись, природно, на основі компромісу між обмеженнями.



Рисунок 2 - Сутність обмежень обсягів порушень природних ресурсів як предмета пошуку компромісного рішення

Управляти обсягами відтворення природних ресурсів є можливим на підставі розробленого підходу оцінювання ефективності збереження земельних ресурсів при відкритій розробці родовища, викладеного у статті [10], та удосконаленого автором підходу. Він ґрунтується на такому: вартість повернутих тех-

ногенних земель відносно вартості природних земель, відведених для розробки родовища, є узагальненим показником збереження вартості орендованих природних земель, що визначається за грошовою оцінкою цих земель. Для розробки рудного пласта гірничодобувне підприємство щорічно орендує певну площу природної землі $S_{n.3}$, вартість якої визначається залежно від бонітету (якості) ґрунту $B_{n.3}$ з відповідною грошовою оцінкою $\Gamma_{n.3}$. За таким підходом коефіцієнт відновлення вартості природних земель визначений за співвідношенням [10]

$$K_{в.з} = \frac{\Gamma_{p.з}(B_{p.з})S_{p.з}}{\Gamma_{n.з}(B_{n.з})S_{n.з}}, \text{ частка од.}, \quad (1)$$

де $\Gamma_{p.з}(B_{p.з})$, $S_{p.з}$ – відповідно, грошова оцінка рекультивованих земель як функція їх бонітету, грн/га, та площа цих земель, га/рік.

При встановленні грошової оцінки земель треба враховувати, що на природних землях до їх порушення існували інші природні ресурси (гідросфера, наземна рослинність, ґрунти, тваринний світ, ландшафт тощо), і більшість з цих ресурсів можуть бути відтворені при відновленні земель. Вартість супутніх ресурсів, що порушуються безпосередньо чи опосередковано, а потім відновлюються для первинного використання, має бути додана до грошової оцінки земель.

Згідно з вираженням (1) рівень відтворення вартості природних земель $K_{в.з}$ залежить від обсягу повернутих земель $S_{p.з}$ та їхньої грошової оцінки $\Gamma_{p.з}$. Зазначені величини у свою чергу залежать від обсягу гірничих виробок і відвалів, утворених для розробки родовища, а також умов гірничотехнічної рекультивації порушених земель. Обидві величини формуються під впливом способу розкриття і системи розробки, прийнятих для експлуатації родовища. Загальним напрямом зменшення площі повернутих земель по відношенню до відведених є формування робочої зони кар'єру мінімальних розмірів, допустимих для здійснення виробничих процесів, для чого забезпечується стиснуте розміщення (концентрація) технологічного устаткування, що зменшує рознесення бортів кар'єру. Цей підхід ґрунтується на розміщенні фронтів розкривних і відвальних робіт в умовах стиснутого робочого простору та впровадженні технологічного устаткування, здатного працювати в цих умовах.

При раціональному природокористуванні спосіб розкриття кар'єрного поля та система розробки родовища повинні забезпечувати максимальне значення вартості рекультивованих земель, що повертаються до народногосподарського використання. Ця вартість відбиває розміри, ступінь і характер порушення природних земель, а також умови їх відновлення й напрям наступного використання. Ефективна за витратами технологічна схема гірничих робіт, оскільки в цих роботах ураховуються витрати на рекультивацію, а також обсяги, якість й грошову оцінку відновлених земель, визначатиме тим самим рівень повернення вартості орендованих природних земель.

Сьогодні природоохоронну діяльність гірничодобувне підприємство в основ-

ному спрямовує на усунення порушень довкілля, до яких призводять відкриті гірничі роботи. Витрати на заходи щодо усунення цих порушень частіше не пов'язані зі збитком, що заподіяний природі. Це положення пояснюється декількома причинами. По-перше, відведені підприємству землі використовуються нерационально (за проектом площі земельного й гірничого відводів завищені). По-друге, відсутнє екологічне мислення, незрозуміння неминучості переходу до землеберігаючих технологій розробки родовища. По-третє, низька якість рекультивацийних робіт суперечить високим вимогам господарського виробництва.

Згідно з формулою (1) рівень вартості відновлених земель залежить від їх площі S_{pi} та грошової оцінки Γ_{pi} ґрунтів на земельних ділянках. Природно, ця вартість має також залежати від площі S_{nj} та грошової оцінки Γ_{nj} земельних ділянок, відведених під технологічні об'єкти кар'єру. Тому з метою підвищення коефіцієнту $K_{6.3}$, що характеризує збережену вартість техногенних земель за формулою (1) у вигляді дроби, слід збільшувати чисельник дроби (площу S_{pi} та оцінку Γ_{pi}) та зменшувати знаменник (площу S_{nj} та оцінку Γ_{nj}). Резерви підвищення ефективності гірничого землекористування слід вишукувати на етапі розробки технологічного рішення шляхом оптимізації показників порушення земель під об'єктами кар'єру (внутрішній відвал, траншеї та з'їзди, що розкривають, робочі і транспортні площадки й ін.), виходячи з його головних параметрів, які формуються способом розкриття та системою розробки родовища. Цільовою функцією оптимізації має бути мінімальна втрата $B_{3,p}$, а можливо, і підвищення вартості відновлених земельних ресурсів за вираженням

$$B_{3,p} = \Gamma_{\partial.3} \cdot S_{\partial.3} - \Gamma_{p.3} \cdot S_{p.3}, \text{ грн/рік}, \quad (2)$$

де $\Gamma_{\partial.3}$, $S_{\partial.3}$, $\Gamma_{p.3}$, $S_{p.3}$ – грошова оцінка земель, грн/га, та площа рекультивованої земельної ділянки га/рік, відповідно, при діючій на кар'єрі та рекомендованій технологічній схемі гірничих робіт.

На підставі виразу (2), реалізація резервів збереження вартості земельних ресурсів пов'язана із впливом через технологічні об'єкти під час їх проектування на площу земельної ділянки та грошову оцінку земель, що повертаються за відповідним напрямом наступного використання. Доцільність підвищення якості відновлених земель та збільшення площі рекультивованої ділянки визначається виконанням умови

$$\Gamma_{p.3} \cdot S_{p.3} \geq B_{p.2} + B_{p.6} + D_{p,n} \cdot S_{p,n}, \text{ грн/рік}, \quad (3)$$

де $B_{p.2}$, $B_{p.6}$ – витрати, відповідно, на гірничотехнічну й біологічну рекультивацию, грн/рік; $D_{p,n}$ – витрати на відшкодування втрат сільськогосподарського виробництва, грн/га; $S_{p,n}$ – площа земельної ділянки, повернутої для господарського використання, га/рік.

Загалом питомі (на 1 га земельної площі) витрати на відведення природних земель для розробки родовища пов'язані з площею земельної ділянки, що відводиться, та якістю ґрунтів на цій ділянці наступним чином

$$K_{\text{в.з}} \cdot \Gamma_{\text{н.з}} \cdot S_{\text{н.з}} = (B_{\text{р.з1}} + B_{\text{р.б1}} + D_{\text{р.н}}) \cdot S_{\text{р.н}}, \quad (4)$$

де $B_{\text{р.з1}}$, $B_{\text{р.б1}}$ – витрати на гірничотехнічну й біологічну рекультивуацію, грн/га.

З виразу (4) слідує

$$K_{\text{в.з}} = \frac{(B_{\text{р.з1}} + B_{\text{р.б1}} + D_{\text{р.н}}) \cdot S_{\text{р.н}}}{\Gamma_{\text{н.з}} \cdot S_{\text{н.з}}}, \text{ частка од.} \quad (5)$$

Згідно з виразом (5) ефективність повернення природних земель за обсягом та якістю обумовлена витратами, які вкладаються на відтворення відпрацьованих земель, та площею використаних земельних ділянок. Витрати залежать від умов рекультиваційних робіт, а площі – від технологічних параметрів схеми розкриття та розробки кар'єрного поля. Витрати $B_{\text{р.з}}$ і $B_{\text{р.б}}$ визначають, з одного боку, величину відшкодування $D_{\text{р.н}}$, з іншого, - дохід підприємства $\Gamma_{\text{р.н}}$ у виді відновленого земельного ресурсу. Вказані величини пов'язані між собою: при підвищенні рівня витрат величини відшкодування і доходу зростають.

Отже, стосовно горизонтального родовища спосіб розкриття та система розробки є визначальним фактором обмеження обсягів порушення природних ресурсів. Існує тісний взаємозв'язок між способом розкриття та системою розробки кар'єрного поля (рис. 3). Загалом, вони мають забезпечувати один одному сприятливі умови для виконання кожним своїх функцій: під впливом одне на одне вони обумовлюють ті чи інші площі ділянок, що потрібні для розробки родовища та можуть бути рекультивовані після неї за певним призначенням.

Взаємозв'язок між способом розкриття та системою розробки витікає зі змісту цих технологічних понять. Сукупність гірничих виробок, що розкривають, має забезпечувати таке: 1) доступ до родовища корисної копалини з урахуванням транспортних засобів, прийнятих системою розробки; 2) утворення фронту робіт розкривних і видобувних уступів та розміщення технологічного устаткування за цим фронтом, виходячи з параметрів устаткування й обсягів робіт; 3) вантажно-транспортний зв'язок робочої зони з поверхнею кар'єру, що передбачає проведення гірничих виробок, які розкривають, розмірів, заданих устаткуванням системи розробки.

У свою чергу, система розробки має відповідати вимогам способу розкриття: 1) погодження прийнятого порядку посування у просторі та часі видобувних і розкривних уступів з розміщенням виробок, що розкривають, ззовні або в середині кар'єрного поля; 2) технологічне устаткування для розкривних і видобувних робіт підходить для гірничопідготовчих робіт за параметрами технологічної схеми розробки родовища; 3) органічне об'єднання сукупності гірничих ви-

робок кар'єру, активна частина яких забезпечує доступ з поверхні або з вже розкритого робочого горизонту на робочу площадку горизонту, який розкривають; 4) періодична зміна свого місце-розташування у виробленому просторі частини гірничих виробок в процесі розробки уступів гірських порід згідно з установленим вантажно-транспортним зв'язком.



Рисунок 3 - Схема технологічного взаємозв'язку між способом розкриття кар'єрного поля та системою розробки родовища

Попередити втрату земель можливо шляхом одночасного відновлення природних ресурсів з основним процесом видобувних робіт. Цього можливо досягти шляхом раціонального вибору способу розкриття та системи розробки, що призведе до вибору необхідної технологічної схеми розробки горизонтального родовища. Одним з таких прикладів є розроблені автором технології, що наведені у роботах [11-13].

Взаємозв'язок способу розкриття кар'єрного поля та системи розробки родовища слід оптимізувати так, щоб спосіб розкриття та система розробки дозволяли вироблений простір кар'єру повністю засипати розкривними породами та якомога менш розміщувати ці породи зовні контуру кар'єру за проектом.

Висновки.

1. Для видобування корисної копалини відкритим способом тією чи іншою мірою гірниче підприємство порушує безпосередньо чи опосередковано й відтворює для первинного використання супутні природні ресурси, зокрема гідросферу, наземну рослинність, ґрунти, тваринний світ, ландшафт тощо, оскільки всі ресурси у часі та просторі пов'язані між собою. Порушення природних ресурсів є неминучим, проте обсяги їхнього порушення можуть бути обмежені на рівні мінімально допустимих, виходячи із взаємозв'язку економічних, технологічних, екологічних та соціальних обмежень. Сформульовані концептуальні підходи до пошуку компромісу між зазначеними обмеженнями.

2. Розроблений методичний підхід до вибору доцільної технології гірничих

робіт виходячи з коефіцієнту відтворення вартості природних земельних ресурсів. Цей показник відбиває втрати обсягів та якості земельних ресурсів через втрачену вартість порушених природних земель, виходячи з різниці між обсягами та якістю природних, що виділяються для відпрацювання родовища, та техногенних земель, які повертаються. Запропонована формула розрахунку названого показника, що відбиває розміри, ступінь і характер порушення природних земель, їх наступного відновлення й використання.

3. Доведено, що взаємозв'язок між способом розкриття кар'єрного поля та системою розробки родовища слід оптимізувати в напрямку більш повного заповнення виробленого простору кар'єру та якомога меншого розміщення розкритих порід ззовні кар'єрного поля, що дозволить мінімізувати обсяг порушень природних ресурсів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Формирование ландшафтного разнообразия при организации заповедно-охраняемых территорий как экологическая мера успешной биологической реабилитации отработанных земель горнорудными разработками / В.Л. Булахов, А.Г. Шапарь, В.Н Романенко [та ін.] // *Екологія і природокористування: зб. наук. Праць ІППЕ НАН України*. – 2003. – Вип. 5. – С. 126-131.
2. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами (створення техногенних ландшафтних заказників, екологічних коридорів, відновлення екосистем) / [Шапар А.Г., Скрипник О.О., Копач П.І. та ін.]; за ред. А.Г. Шапара. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2007. – 270 с.
3. Основні напрямки впровадження альтернативних технологій в промисловому придніпров'ї за умов ресурсного обмеження / А.Г. Шапарь, М.А. Ємець, П.І. Копач [та ін.] // *Екологія і природокористування*. – 2014. – Вип. 18. – С. 111-121.
4. Проблемы и перспективы использования нарушенных открытыми и подземными разработками геологических сред / А.Ф. Булат, М. С. Четверик, Е. А. Бубнова, Е. С. Левченко // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2017. – №1. – С. 90-97.
5. Kuter, N. Reclamation of Degraded Landscapes due to Opencast Mining. (*Advances in Landscape Architecture*) / N. Kuter // Edited by Murat Özyavuz. Published by In Tech, Croatia, 2013. - P. 832-858 DOI: 10.5772/55796.
6. Ultimate pit optimization with ecological cost for open pit metal mines / X. C. Xu, X.W. Gu., Q. Wang [et al.] // *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 2014. – no.24(5). - P. 1531 - 1537. DOI: 10.1016/S1003-6326(14)63222-2.
7. Собко, Б.Ю. Обґрунтування раціональних технологічних схем розробки розсипних родовищ України / Б.Ю. Собко // *Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр.* – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2010. – Вип. 91. – С. 211-217.
8. Гуменик, И.Л. Эколого-экономическая оценка способов вскрытия горизонтальных месторождений / И.Л. Гуменик, А.И. Панасенко, В.В. Легучий // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. - 2009. – № 11. – С. 335-341.
9. Бобров, С.А. Обоснование технологии при открытой разработке мощных пологозалегающих угольных пластов : автореф. дисс. на соискание научн. Степени канд. техн. наук : спец. 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная) / С.А. Бобров. – Красноярск, 2016. – 22 с.
10. Прокопенко, В. І. Про критерії оцінювання ефективності збереження земельних ресурсів при відкритій розробці родовища / В. І. Прокопенко // *Економічний вісник Національного гірничого університету*. – 2015. – № 2. – С. 183-190.
11. Пат. № UA 109862 C2, МКП E21C 41/26. Спосіб розробки уступів розкритих порід при видобутку горизонтального пласта корисної копалини. В.І. Прокопенко, М.М. Весел, Ю.І. Літвінов. Заявник і патентовласник; Державний ВНЗ "НГУ". - a201411398, заявл. 20.10.14; опубл. 12.10.15, Бюл. №19.
12. Пат. № UA 112027 C2, МКП E21C 41/26. Спосіб відкритої розробки горизонтального родовища. В.І. Прокопенко, М.М. Весел, Ю.І. Літвінов. Заявник і патентовласник: Державний ВНЗ

"НГУ". - а201504030, заявл. 27.04.15; опубл. 11.07.16, Бюл. №13.

13. Пат № UA 113466 С2, МКП Е21С 41/26. Спосіб відкритої розробки родовищ корисних копалин. В.І. Прокопенко, Ю.І. Літвінов. Заявник і патентовласник: Державний ВНЗ "НГУ". - а201508499, заявл. 11.04.16; опубл. 25.01.17, Бюл. №2.

REFERENCES

1. Bulakhov, V.L., Shapar, A.G., Romanenko, V.N. and Postolovskiy, V.V. (2003), "Formation of diversified landscapes during organization of preserved areas as ecological measure for successful biological rehabilitation of soils suffering from mining operations", *Ecology and nature management*, no.5. pp. 126-131.

2. Shapar, A.G., Skripnik, A.A., Kopach, P.I., Smetana, S.N., Smetana, A.N. and Romanenko, V.N. (2007), "*Nauchno-metodicheskie rekomendatsii po uluchsheniyu ekologicheskogo sostoyaniya zemel, narushennykh gornymi robotami (sozdaniye tekhnogennykh landshaftnykh zakaznikov, ekologicheskikh koridorov, vosstanovleniye ekosistem)*" [Scientific and methodological recommendations for the improvement of the ecological state of land that is affected by mining operations (creation of man-made landscape reserves, ecological corridors, ecosystem restoration)], Monolith, Dnipro, Ukraine.

3. Shapar, A.G., Yemets, M.A., Kopach, P.I., Prosandeyev, M.I. and Skripnik, O.O. (2014). "Main directions of the alternative technologies introduction under resource limitations in the industrial Pridneprovie", *Ecology and nature management*, no.18. pp. 111-121.

4. Bulat, A.F., Chetverik, M. S., Bubnova, Ye. A. and Levchenko, Ye. S. (2017). "Problems and prospects of use of geological environment, which disturbed by mining", *Metallurgical and Mining Industry*, no.1, pp. 90-97.

5. Kuter, N., (2013), "Reclamation of Degraded Landscapes due to Opencast Mining (Advances in Landscape Architecture)", Edited by Murat Özyavuz, Published by In Tech, Croatia.

6. Xu, X. C., Gu., X.W., Wang, Q., Liu, J.P. and Wang, J. (2014), "Ultimate pit optimization with ecological cost for open pit metal mines", *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, no.24(5), p. 1531 - 1537.

7. Sobko, B.Yu. (2010). "The ground of rational flowsheets of development of loose deposits of Ukraine", *Geo-Technical Mechanics*, no. 91. pp. 211-217.

8. Gumenik, I.L., Panasenko, A.I. and Letuchiy, V.V. (2009), "Ecological and economic evaluation of stripping methods of flat deposits", *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*, no.11. pp. 335-341.

9. Bobrov, S.A. (2016). "Substantiation of technology in the open development of powerful sloping coal seams", Abstract of candidate's thesis, Geotekhnologiya, Sibirskiy federalnyy universitet, Krasnoyarsk, Russia.

10. Prokopenko, V.I. (2015), "On assessment criteria of efficiency of land resources saving in surface mining", *Economic Bulletin of the National Mining University*, no.2. pp. 183-190.

11. Prokopenko, V.I., Vesel, M.M. and Litvinov, Yu.I., State Institution of Higher Education "National Mining University" (2015), *Sposib rozrobky ustupiv rozkryvnykh porid pry vydobutku horyzontalnoho plasta korysnoyi kopalyny*. [Method of bench cutting of the open rocks of the quarrying of the flat-lying seam of the mineral deposit], State Register of Patents of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 109862.

12. Prokopenko, V.I., Vesel, M.M. and Litvinov, Yu.I., State Institution of Higher Education "National Mining University" (2016), *Sposib vidkrytoyi rozrobky horyzontalnoho rodovyshcha*. [Method of open horizontal family development], State Register of Patents of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 112027.

13. Prokopenko, V.I. and Litvinov, Yu.I., State Institution of Higher Education "National Mining University" (2017), *Sposib vidkrytoyi rozrobky rodovyshch korysnykh kopalyn* [Method of open development of useful hospitals], State Register of Patents of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 113466.

Про автора

Літвінов Юрій Ігоревич, магістр, асистент кафедри прикладної економіки та підприємництва, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), Дніпро, Україна, litvinovyuriy82@gmail.com

About the author

Litvinov Yuriy Igorevich, Master of Science (M.Sc.), Assistant of the Department of Applied Economics and Entrepreneurship, State High Educational Institution "National Mining University" (SHEI "NMU"), Dnipro, Ukraine, litvinovyuriy82@gmail.com

Abstract. The content and national economic significance of natural resources are researched. Using a mineral resource, the mining enterprise disrupts directly or indirectly other natural resources, since they are all related in time and space. The idea of a limited violation of natural resources is developed and it is proposed to understand it as the use of resources at minimum permissible volumes, based on economic feasibility of production, technological feasibility of production processes, degree of violation of the associated natural resources and the level of negative impact on the health of population of a mining region. Methodological approaches to finding a compromise between these constraints are formulated. The effectiveness of measures for the conservation of natural resources is proposed to estimate on the basis of the lost value of used land as the difference between the cost of natural resources allocated for exploitation of the deposit and the cost of returning man-made lands, and the cost of land is set together with the cost of other natural resources in these lands.

The proposed approach to choosing a rational relationship between a way of disclosure and a system of development that will influence the choice of technological scheme of working out horizontal deposit with minimum violations of natural resources and maximum restoring of previously damaged resources.

Keywords: mineral deposit, open field disclosure, system of deposit development, natural resources, reproduction of value of land resources.

Аннотация. Исследованы особенности и народнохозяйственное значение природных ресурсов. Используя минеральный ресурс, горнодобывающее предприятие нарушает непосредственно или косвенно другие природные ресурсы, поскольку все они во времени и пространстве связаны между собой. Получило дальнейшее развитие понятие об ограниченном нарушении природных ресурсов и предложено его понимать как использование ресурсов при минимально допустимых объемах, исходя из экономической целесообразности производства продукции, технологической возможности осуществления производственных процессов, степени нарушения попутных природных ресурсов и уровня негативного влияния на здоровье населения горнодобывающего региона. Сформулированы методические подходы к поиску компромисса между этими ограничениями. Эффективность мероприятий по сохранению природных ресурсов предложено оценивать на основе утраченной стоимости используемых земель как разницы между стоимостью природных, выделенных для эксплуатации месторождения, и стоимостью возвращенных техногенных земель, причем стоимость земель устанавливается вместе со стоимостью других природных ресурсов на этих землях.

Предложен подход к выбору рациональной взаимосвязи между способом вскрытия и системой разработки, которая будет влиять на выбор технологической схемы разработки горизонтального месторождения с минимальным объемом нарушений природных ресурсов и максимальным восстановлением ранее поврежденных ресурсов.

Ключевые слова: месторождение полезных ископаемых, вскрытие карьерного поля, система разработки месторождения, природные ресурсы, воспроизводство стоимости земельных ресурсов.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2017

Рекомендовано до друку д-ром технічних наук Четвериком М.С.