

3. Петренко В.Л. Про вдосконалення переліку спеціальностей вищої освіти України // Матер. Науково-метод. конф. „Ступенева система освіти: досвід, проблеми, перспективи“, 18–19 вересня 1996 р., Київ
4. Бондаренко В.І, Бузило В.І., Салов В.О. Еволюція структури вищої освіти // Вища школа. – 2009. – №2. – С. 65–71.
5. Експертний висновок на проект ЗУ „Про національну систему кваліфікацій“ та інформаційні матеріали до нього. – Луганськ: ДУ НДІ СТВ – 2009

Представлен алгоритм удосконалення переліку спеціальностей та спеціальностей. Представлений алгоритм заключається в підчиненні спеціальностей професіям, які визначені системою праці (Національний класифікатор України. Класифікатор професій ДК 003:2005) і відображає суцільне розподілення праці в Україні. Використання діючої класифікації кваліфікацій професій як критерію формування переліку спеціальностей підготовки

и специальностей позволяет системно реализовывать кадровое обеспечение отраслей экономики.

Ключевые слова: *кваліфікація, напрямлення підготовки, спеціальності, освітньо-кваліфікаційний рівень, компетенція*

The algorithm of improvement of the directions' and specialties' lists has been represented in the article. Proposed algorithm consists in submission of the training directions and specialties by the occupations that are defined by the work system (National Classifier of Ukraine. Occupational Classification DK 003:2005). These professions reflect social division of labour in Ukraine. Application of Occupational Classification currently in force as a criterion of forming of the training directions' and specialties' lists permits to provide peopleware of different economic sectors systematically.

Keywords: *qualification, training directions, specialties, educational-qualification grade, competences*

Рекомендовано до публікації к.г.-м.н. Ю.Т. Хоменко 18.06.10

УДК 504.03:622.27.003.13

© Тимошенко Л.В., Ус С.А., 2010

Л.В. Тимошенко, С.А. Ус

УПРАВЛІННЯ ВИТРАТАМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ПІДЗЕМНОМУ ВИДОБУВАННІ РУДНОЇ СИРОВИНИ

L.V. Tymoshenko, S.A. Us

MANAGEMENT OF ECOLOGICAL SYSTEM COSTS DURING UNDERGROUND EXTRACTION OF ORE RAW MATERIAL

Розроблено теоретичні та методичні засади управління рівнем природоохоронних витрат при підземному способі розробки залізорудного родовища. Управління витратами здійснюється на основі їх економіко-математичного моделювання залежно від складу і вартості компонентів суміші на закладання виробленого простору.

Ключові слова: *локальні екосистеми, економіко-математична модель, виробничі витрати, закладання виробленого простору, еколого-економічний ефект*

Розробка залізних руд супроводжується потужним вторгненням у природний комплекс території і викликає ряд найгостріших конфліктів природного, економічного та соціального характеру.

Кожний діючий кар'єр або шахта являють собою динамічну гірничотехнічну систему, що безупинно змінюється, де взаємодія порушеної території з навколишнім ландшафтом, вплив зонально-провінційних факторів постійно гнітяться й придушуються втручанням технічних засобів розробки родовища. Вплив гірничого виробництва на взаємозалежні об'єкти природного середовища розділяється на прямий й непрямий, що визначає характер заходів екологічної системи гірничого підприємства. Аналіз цієї системи полягає у визначенні взаємозв'язків між параметрами технологічних процесів і змінами в навколишньому середовищі, що характеризуються як кількісними, так і якісними показниками використання ресурсів і станом навколишнього середовища.

Поняття „екосистема“ запровадив англійський вчений А. Теслі у 1935 році як природну систему, в якій взаємодіють усі угруповання організмів (рослинних, тваринних) разом із комплексом фізичних і хімічних чинників, що утворюють середовище цих організмів. Залежно від характеру біогеохімічних процесів та походження Г. Елленберг у 1973 році виділив дві категорії екосистем: перша – природні та близькі до них екосистеми; друга – штучні, тобто урбаністично-індустріальні екосистеми, для яких характерне створене людиною середовище. На думку С. Стойко [1, с.375] екосистеми різняться своїми екологічними особливостями і вимагають диференційованих підходів до їх використання. Еколого-економічна система являє собою відносно самостійну природно-виробничу систему, до якої входять природні, промислові, аграрні, комунально-побутові об'єкти, що функціонують як єдине ціле. Г. Башнянин, Є. Боршук та М. Бугель [1, с. 376] від-

значають, що поняття „еколого-економічна система“ дає можливість здійснити системний підхід при дослідженні проблеми взаємодії виробничої діяльності з навколишнім середовищем.

Стосовно експлуатації родовища корисної копалини екологічна система, на думку авторів, є локальною природною системою, складові якої змінюються під впливом технологічних об'єктів видобутку й перероблення певної корисної копалини, утворюючи з окремою ланкою виробничої діяльності (шахтаю, кар'єром, рудником, гірничо-збагачувальним комбінатом) єдине ціле. Ознакою сталої екосистеми є стабільність її певних характеристик. Недостатньо науково осмислені та екологічно необґрунтовані масштаби експлуатації природних ресурсів призвели до втрати потенційної продуктивності природних екосистем. Антропогенне навантаження на ці системи спричинило їх деградацію.

Реалізація екологічної політики відбувається за допомогою досягнення відповідності господарського механізму природокористування поставленим задачам з охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів. Це спонукає підприємства до еколого-орієнтованої діяльності на підставі зниження втрат якості та обсягів природних ресурсів, поглиблення ступеню їх переробки. На підставі аналізу чинників формування вартісних показників результатів природоохоронної діяльності встановлено, що „фактично підприємство впливає на їх величину тільки за рахунок зміни маси викидів забруднюючих речовин“ [2, с. 235]. Сучасний рівень платежів і зборів за користування природними ресурсами не забезпечує адекватного відображення реальних втрат суспільства і не створює достатньої фінансової бази для природоохоронної діяльності [3].

Екологічна система на кожному підприємстві має передбачати природоохоронні заходи, які, з одного боку, зменшують порушення довкілля або запобігають шкідливому впливу забруднення на реципієнтів, з іншого – усувають наслідки забруднення. З метою поліпшення стану природного середовища в гірничодобувному регіоні, еколого-економічну ефективність того чи іншого способу розробки родовища слід оцінювати не за сумою витрат на заходи з усунення порушень середовища, а за сумою витрат на заходи, що запобігають цим порушенням. Проте, за звітними даними 2005–2008 рр., криворізькі залізорудні підприємства скорочують капітальні інвестиції та поточні витрати на запобігання порушень довкілля, віддаючи перевагу їх оплаті. На Запорізькому ЗРК поточні витрати сягають значного рівня (23,51 грн на 1 т заліза.), вони, в основному, спрямовані на закладку виробленого простору в шахті, що запобігає порушенням на земній поверхні, внаслідок чого економічна інтенсивність порушення довкілля є дуже низькою (0,05 грн/т) [4].

Застосування системи відроблення багатих руд з твердіючою закладкою дозволяє ефективно вирішувати питання технологічного та екологічного характеру, створює можливість якнайповнішого вилучення з надр цінної корисної копалини,

відкриває великі можливості для підземної утилізації промислових відходів, підвищує безпеку виробництва гірничих робіт [5]. Головним чинником, стримуючим інтенсивність розповсюдження цієї системи, є достатньо високі витрати на здійснення закладних робіт [6, с. 3]. Вважається, що закладні роботи є досить дорогим процесом, і від нього слід відмовлятися на користь традиційних систем розробки родовища з повним обваленням рудного масиву. У запропонованій Агошковым М.І. методиці [7] економічна доцільність закладних робіт визначається без урахування екологічних аспектів і можливості значного зниження витрат на ці роботи.

На основі вищеведеного, метою статті є розробка теоретичних та методичних засад управління рівнем витрат на охорону природного середовища як екологічної складової у виробничих витратах підприємства, залежно від обсягу економічного збитку, який відшкодовується через систему екологічних платежів за забруднення довкілля при підземній розробці залізорудного родовища. Причому, спрямованість управлінських рішень на мінімізацію витрат підприємства треба замінити спрямованістю на їх оптимізацію, яка б забезпечувала ліквідацію негативного екстернального впливу гірничодобувних підприємств при відповідному змінюванні ціноутворення на їх продукцію.

Видобування рудної сировини із закладкою виробленого простору, в силу особливостей технологічного процесу, певним чином впливає на систему управління витратами. Розглянемо формування, облік і управління витратами на закладні роботи в умовах експлуатації родовища підземним способом. Серед основних задач управління виділяються наступні:

- виявлення технічних способів і засобів виміру і контролю витрат;
- пошук резервів зниження витрат на всіх етапах процесу закладки виробленого простору;
- вибір способу нормування витрат складових компонентів закладної твердіючої суміші;
- виявлення ролі управління матеріальними витратами на закладні роботи в підвищенні економічних результатів діяльності підприємства.

Для виявлення ролі управління витратами на закладні роботи в підвищенні економічних і екологічних результатів діяльності гірничорудного підприємства, визначений ефект від впровадження цієї технології залежно від обсягу відповідних витрат. З метою врахування позитивного впливу закладки виробленого простору при видобуванні залізної руди на екологічний стан довкілля й економіку підприємства, розроблено підхід, що базується на рівні еколого-економічного ефекту E_3 , який дозволяє врахувати всі види витрат та зиску від застосування означеної технології, включаючи природоохоронні.

Доцільність проведення закладних робіт, що знижують негативний вплив на оточуюче природне середовище та собівартість видобування руди, обумовлена позитивним значенням ефекту E_3 , який дорівнює

$$E_3 = D_3 - B_{3p} - K_3 > 0, \quad (1)$$

де D_3 – прибуток підприємства від реалізації металургійної сировини, виробленої з залізної руди, що видобута за технологією на основі закладних робіт; B_{3p} – поточні витрати на видобування й перероблення рудної сировини з урахуванням природоохоронних витрат при впровадженні технології закладки виробленого простору; K_3 – інвестований капітал на виробництво металургійної сировини, у т.ч. природоохоронні заходи.

Різниця між прибутком D_3 та витратами B_{3p} (1) дорівнює грошовому потоку гірничорудного підприємства, який зумовлений впровадженням технології закладання виробленого простору. Він складається з додаткового виторгу від реалізації за рахунок покращення якості залізної руди та зниження її втрат у надрах, економії витрат на відведення і утилізацію шахтних вод, економії витрат на заходи, що підвищують безпеку гірничих робіт, економії витрат на кріплення гірничих виробок тощо.

Поточні виробничі витрати B_{3p} складаються з поточних витрат на видобувні й закладні роботи, поточних платежів підприємства за використання природних ресурсів та поточних витрат підприємства на компенсаційні екологічні платежі. Отже, еколого-економічний ефект, що визначає вплив закладання виробленого простору на економіку підприємства і екологічний стан довкілля, в остаточному вигляді може бути визначений за виразом

$$E_3 = (C_{p,z} - C_{p,m})O_{p,z} + \Delta B_{e,n} \pm \alpha \Delta K_3, > 0, \quad (2)$$

де $C_{p,z}$, $C_{p,m}$ – відпускна ціна товарної руди, видобутої з використанням закладних робіт та за традиційною технологією; $O_{p,z}$ – обсяг товарної руди, виробленої при використанні закладних робіт; $\Delta B_{e,n}$ – зниження витрат на охорону навколишнього природного середовища та екологічні платежі; α – норма дисконту (рентабельність виробничої діяльності, бажана рентабельність інвестицій), долі од.; ΔK_3 – різниця в інвестованому капіталі на виробництво металургійної сировини при традиційній технології і з використанням закладки.

В формулі (2) величина $B_{e,n}$ урахує відсутність витрат на природоохоронні заходи, які при закладанні вироблених просторів не проводяться, тобто витрат, яких підприємство уникає завдяки проведеному закладних робіт.

Таким чином, запропонована формула (2) для еколого-економічної оцінки доцільності видобування залізної руди із закладкою виробленого простору дозволяє врахувати позитивний вплив закладання виробленого простору на екологічний стан довкілля через співвідношення витрат на природоохоронну діяльність та прибутків від її здійснення.

На ЗАТ „Запорізький ЗРК“ у якості інертного заповнювача для приготування закладної суміші використовують відходи енергетичного, металургійного й гірничого виробництва, а саме: вапняно-доломітний матеріал, пісок, щебінь, золошлак, породу тощо. Врахо-

вуючи значний вплив вартості закладних робіт на собівартість залізної руди загалом, а також на вміст в ній заліза, необхідно визначити оптимальну структуру закладної суміші за її складовими. Управління цією структурою буде забезпечувати мінімальну вартість робіт за умови відповідної міцності закладки.

З виконаного аналізу [8] витікає, що закладні роботи докорінно змінюють технологію видобування рудної сировини підземним способом, унаслідок чого значно поліпшуються економічні та екологічні показники виробничої діяльності підприємства. Основною проблемою щодо забезпечення якості закладання виробок є виготовлення твердіючої суміші з потрібними технологічними та фізико-хімічними параметрами, а це, в свою чергу, викликає необхідність вирішення економічної задачі мінімізації витрат на виготовлення цієї суміші.

Параметри задачі, що розглядається, залежать від багатьох факторів, які складно врахувати в моделі через значне ускладнення її та підвищення розмірності. Наприклад, структура складу, а отже, й міцність закладної суміші залежать від того, які саме в'язкі матеріали та інертні заповнювачі для приготування закладної суміші можуть бути використані. При цьому величини факторів, що введені в модель, часто неможливо виміряти із необхідним рівнем точності, деякі з них можуть бути описані лише якісно. Крім того, обмеження на вміст компонентів суміші в реальності не є точно визначеними, оскільки точні дані про пропорції складу закладної суміші відсутні. Наприклад, вміст вапняно-доломітного матеріалу повинен бути приблизно 35% від інертних компонентів. Тобто, рішення про вибір складу закладної суміші приймається в умовах значної невизначеності, а побудована модель буде дуже жорсткою і надто огрубляти дійсну ситуацію. Тому для врахування неточної інформації, яка включається в модель, доцільно використовувати математичний апарат теорії нечітких множин [9].

Сформульовано задачу в загальному виді. Нехай e n можливих складових, з яких формується закладна суміш. Відомі норми вмісту компонентів складових, ціна для кожної складової і вимоги щодо міцності суміші. Необхідно визначити склад суміші, який відповідає заданим нормам вмісту компонентів, вимогам міцності й має найнижчу собівартість,

Для побудови математичної моделі позначено вихідні величини так: x_i – частка i -го складового компонента суміші ($i = 1, n$); b_j – норма вмісту компонентів закладної суміші ($j = 1, m$); a_{ij} – певне співвідношення між компонентами суміші; c_i – ціна 1 т i -го складового компонента суміші. У термінах нечіткого математичного програмування вимога мінімізації сумарної вартості 1 м³ закладної суміші може бути описана в наступному вигляді

$$y \mid \sum_{i=1}^n c_i x_i \downarrow \min. \quad (3)$$

Обмеження за складом суміші в загальному вигляді запишуться так

$$\bigwedge_{i=1}^n a_{ij} x_i \lrcorner b_j, \quad |j| \in \overline{1, m} \quad (4)$$

$$\bigwedge_{i=1}^n x_i \in [1, x_i \in \emptyset, |i| \in \overline{1, n}] \quad (5)$$

У такому разі вимоги міцності можна подати у вигляді нерівності

$$\zeta \Omega \pi(x) \Omega \eta, \quad (6)$$

де $\zeta, \eta, \pi(x)$ – відповідно нижня і верхня межа припустимих значень міцності закладної суміші та функція, що її описує, причому $\pi(x) \lrcorner \xi$, а ξ – наближене значення міцності, знак \lrcorner означає нечітке виконання відповідної рівності, тобто можливість її порушення в деякій мірі.

Отже, загальний вираз економіко-математичної моделі оптимізації складу та вартості закладної суміші може бути представлено сукупністю цільової функції (3) та обмежень (4) – (6).

Кожне нечітке обмеження описується за допомогою функції приналежності $\mu(x)$, яка показує, в якій мірі припустимим є порушення даного обмеження. Ця функція $\mu(x)$ ставить у відповідність кожному параметру $x \in X$ число з інтервалу $[0, 1]$, яке характеризує ступінь приналежності рішення до множини i припустимих рішень. Тобто, чим більше значення $\mu(x)$, тим більш припустимим є дане рішення. Конкретний вигляд функції приналежності $\mu(x)$ визначається на основі різних додаткових припущень про властивості цієї функції з урахуванням реальної специфіки об'єкту моделювання і ступеня невизначеності.

Наведена задача (3) – (6) може вирішуватися методами нечіткого математичного програмування (НМП), зокрема, методом розкладання на множини рівня. Сутність цього методу полягає в тому, що вихідна задача нечіткого математичного програмування замінюється сукупністю звичайних (чітких) задач оптимізації, які відповідають множинам рівня нечіткої множини припустимих альтернатив вихідної задачі [10]. У випадку, коли нечіткі обмеження, а також критерій є лінійними функціями, після розкладання на множини рівня отримуємо декілька задач лінійного програмування, які можуть бути вирішені стандартним симплекс-методом. Нечітке вирішення задачі оптимізації отримуємо об'єднуючи рішення, які одержані на кожній із множин рівня.

Для конкретизації моделі стосовно умов ЗАТ „Запорізький ЗРК“ слід визначити функцію міцності, як результуючий фактор впливу окремих компонентів суміші у виді множинної лінійної регресії [11]. У якості інертного заповнювача для приготування закладної суміші розглядаються відходи промислового виробництва, а саме: вапняно-доломітний матеріал, пісок, щебінь, золошлак, порода тощо. У залежності від обраної суміші, а саме її складу та пропорцій вмісту, вона може мати не лише різну вартість, але й різну міцність. Обмеження економіко-математичної моделі мінімізації вартості закладної суміші передбачають виконання вимог щодо її міцності. У формі табл. 1 наводять варіанти сумішей і зазначають рівень їх міцності Y , кГ/см^2 , де $X_1, X_2, X_3, \dots, X_9$ – частка відповідно шлаків; хвостів збагачення та класифікованих хвостів ЦГЗК, піску, суглинку, цементу, води, вапняно-доломітного матеріалу, глини в закладній суміші; Y – рівень міцності суміші, кГ/см^2 .

Таблиця 1

Вихідні експериментальні дані по міцності закладної суміші

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	Y
0,234	0,574	0	0	0	0	0,191	0	0	90
0,22	0,58	0	0	0	0	0,2	0	0	90
0,172	0,397	0	0	0,259	0	0,172	0	0	90
...
0,17	0	0	0,319	0	0	0,191	0,319	0	55
0,163	0	0	0	0	0	0,184	0,653	0	55

Залежність міцності закладної суміші від її складу визначається у вигляді лінійної множинної регресії

$$Y = \varphi(x) = \bigwedge_{i=1}^9 a_i x_i \quad (7)$$

Для побудови залежності використовують стандартну функцію MS Excel „Линейн“. Одержані результати формують у вигляді табл. 2.

Виходячи з коефіцієнту детермінації ($R^2 = 0,99$), зроблено висновок, що модель урахує 99% факторів, які впливають на міцність закладної суміші. Перевірку значущості рівняння регресії здійснено також на основі F -критерію Фішера ($F = 405,89$). Табличне значення ($F_{кр} = 2,37$) на багато менше обчисленого і рівняння регресії варто визнати адекватним [12].

Таблиця 2
Коефіцієнти регресії та t -статистика залежності $Y = \varphi(x)$

Коефіцієнти	Значення	Стандартна помилка	t -статистика
a_1	427,66	36,30	11,78
a_2	-20,39	18,60	1,10
a_3	-92,88	38,84	2,39
...
a_8	-24,41	17,18	1,42
a_9	-139,34	39,41	3,54

Однак, при перевірці значущості коефіцієнтів регресії за критерієм Стьюдента [13, 14] видно, що значущими є лише коефіцієнти a_1, a_3, a_5, a_6 і a_9 . Оскільки табличне значення критерію Стьюдента при рівні

значущості $\alpha = 0,05$ і кількості ступенів свободи 23 дорівнює 2,07, в моделі функції (3,7) міцності суміші можна не враховувати фактори a_2, a_4, a_7, a_8 , що визначають частку хвостів збагачення ЦГЗК, піску, води та вапняно-доломітного матеріалу.

Таблиця 3

Коефіцієнти регресії та t – статистика для скоригованої залежності $Y = \varphi(x)$

Коефіцієнти	Значення	Стандартна помилка	t -статистика
a_1	467,21	29,96	15,59
a_3	380,53	147,59	2,58
a_5	-54,31	21,66	2,51
a_6	87,65	18,67	4,69
a_9	-120,86	35,08	3,44
a_0	-23,25	5,03	4,63

$$\varphi(x) = 467,21x_1 + 380,53x_3 - 54,31x_5 + 87,65x_6 - 120,86x_9 - 23,25 \quad (9)$$

У вигляді (3.9) функція $\varphi(x)$ може бути використана в якості обмеження в моделі мінімізації вартості закладної суміші за умови дотримання встановленої міцності. З урахуванням цієї функції сформулюємо постановку задачі оптимізації складу твердіючої суміші для закладних робіт на Запорізькому ЗРК. При цьому міцність суміші повинна приблизно дорівнювати

Отже, функцію міцності закладної суміші визначено у вигляді

$$\varphi(x) = a_1 x_1 + a_3 x_3 + a_5 x_5 + a_6 x_6 + a_9 x_9, \quad (8)$$

де x_1, x_3, x_5, x_6, x_9 – частка відповідно граншлаку, класифікованих хвостів ЦГЗК, суглинку, цементу, глини в суміші. Для побудови уточненої функції міцності закладної суміші також використано стандартну функцію MS Excel „Линейн“. Одержані результати наведено в табл. 3.

Для уточненої функції міцності $R^2 = 0,94, F = 86,72, F_{кр} = 2,37$. Оскільки $F_{кр} < F$, то рівняння регресії є адекватним. Значення t -статистики для кожного коефіцієнта регресії більше табличного (2,43), тобто вони є значущими. Отже, функція, що описує міцність закладної суміші, має такий вид

$$f(x) | 14,39x_1 + 363,45x_2 + 20,35x_3 + 30,76x_4 + 25,63x_5 + 13,99x_6 + 1,2x_7 + 9x_8 + 6x_9 + 15x_{10} \downarrow \min \quad (10)$$

за умови виконання обмежень

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{10} x_i = 1; \\ C_1 : 467,21x_1 + 380,53x_3 - 54,31x_5 + 87,65x_6 - 120,86x_9 - 23,25 \geq 40 \\ C_2 : x_{10} \leq 0,2 \\ C_3 : x_5 + x_6 + 0,22(x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9) \geq 0 \\ C_4 : x_2 \leq 0,05 \\ C_5 : x_7 + 0,35(x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9) \geq 0 \\ C_6 : x_4 + 0,18(x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9) \geq 0 \\ x_i \in [0, 1], i = \overline{1, 10} \end{cases}, \quad (11)$$

де x_1, x_2, \dots, x_{10} – частка відповідно граншлаку, цементу, вапняково-доломітного матеріалу, піску, щебеню не поіменованого, золошлаку, породи, суглинку, глини, води в закладній суміші.

$$\sigma_{c1}(x) | \begin{cases} [1, \pi(x) \Omega 45, \pi(x) \emptyset 35 \\ 0.8, \pi(x) \Omega 50, \pi(x) \emptyset 30 \\ 0.5, \pi(x) \Omega 55, \pi(x) \emptyset 25 \\ 0.2, \pi(x) \Omega 60, \pi(x) \emptyset 20 \\ 0, \pi(x) \Omega 20, \pi(x) \emptyset 60 \end{cases} \quad (12)$$

Конкретний вид функцій належності для кожного з параметрів моделі x_i визначений шляхом експертних оцінок на основі додаткових припущень про властивості цих функцій з урахуванням реальних умов закладки виробленого простору і практики ведення закладних робіт на шахті ЗЗРК. Так, функція належності для нечітких обмежень щодо міцності закладної суміші за умов задачі має наступний вигляд (рис. 1).

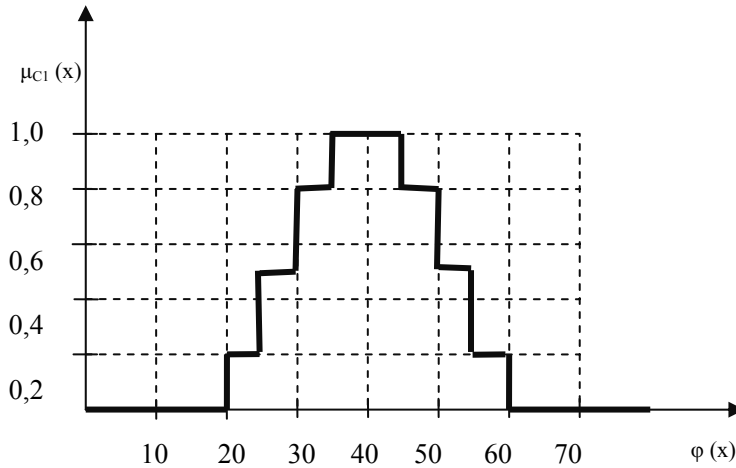


Рис. 1. Функція належності для нечітких обмежень щодо міцності закладної суміші

Таким чином, при ступені належності $\zeta = 1$ міцність суміші може коливатися в межах $0,35 \dots 0,55$; при $\zeta = 0,8 - 0,3 \dots 0,5$; при $\zeta = 0,5 - 0,25 \dots 0,55$; при $\zeta = 0,2 - 0,2 \dots 0,6 \text{ кГ/см}^2$. Тож, чим менше значення ζ , тим вищий

ступінь невизначеності. Аналогічно встановлено конкретний вигляд функцій належності для інших параметрів моделі x_i . Враховуючи вигляд конкретних функцій належності, розкладемо задачу на множини рівня (13), (14)

При $\zeta=1$

$$f(x) | 14,39 x_1 \ 2 \ 363,45 x_2 \ 2 \ 20,35 x_3 \ 2 \ 30,76 x_4 \ 2 \ 25,63 x_5 \ 2 \ 2 \ 13,99 x_6 \ 2 \ 1,2 x_7 \ 2 \ 9 x_8 \ 2 \ 6 x_9 \ 2 \ 15 x_{10} \ \Downarrow \ \min \tag{13}$$

$$\begin{aligned} & [\begin{array}{l} 10 \\ \hline x_i | 1 \\ i | 1 \\ 467,21 x_1 \ 2 \ 380,53 x_2 \ 4 \ 54,3 x_3 \ 2 \ 87,65 x_8 \ 4 \ 120,86 x_9 \ 4 \ 23,25 \ \Omega 45 \\ 467,21 x_1 \ 2 \ 380,53 x_2 \ 4 \ 54,3 x_3 \ 2 \ 87,65 x_8 \ 4 \ 120,86 x_9 \ 4 \ 23,25 \ \Omega 35 \\ x_{10} \ \emptyset 0,19; x_{10} \ \Omega 0,21 \\ \hline x_5 \ 2 \ x_6 \ 4 \ 0,21 \ \xrightarrow{i | 3} x_i \ \emptyset 0; x_5 \ 2 \ x_6 \ 4 \ 0,23 \ \xrightarrow{i | 3} x_i \ \Omega 0 \\ \hline x_2 \ \emptyset 0,04; x_2 \ \Omega 0,06 \\ \hline x_7 \ 4 \ 0,34 \ \xrightarrow{i | 3} x_i \ \emptyset 0; x_7 \ 4 \ 0,36 \ \xrightarrow{i | 3} x_i \ \Omega 0 \\ \hline x_4 \ 4 \ 0,17 \ \xrightarrow{i | 3} x_i \ \emptyset 0; x_4 \ 4 \ 0,19 \ \xrightarrow{i | 3} x_i \ \Omega 0 \\ \hline x_i \ \emptyset 0, i | 1,10 \end{array} \tag{14} \end{aligned}$$

Нечітке рішення задачі управління вартістю закладної суміші, отримане розкладанням на множини рівня, наведено в табл. 4.

Аналіз даних цієї таблиці свідчить про те, що зі зниженням вартості суміші знижується і її міцність. Це, в свою чергу, зумовлено зменшенням вмісту цементу (з 4 до 1%), вартість якого висока у порівнянні з іншими складовими, а також збільшенням вмісту глини, вартість якої порівняно низька. Вибір конкретної суміші здійснюється особою, що приймає рішення, виходячи із конкретних умов задачі.

Для економічної оцінки отриманих результатів проведено порівняльну характеристику основних те-

хніко-економічних показників видобування залізної руди із закладкою виробленого простору: фактичних і отриманих у результаті рішення задачі НМП із рівнем належності $\lambda=1$. Прибуток, розрахований виходячи з відпускної ціни руди, 110,61 грн./т.

Після оптимізації складу суміші для закладання виробленого простору (за умови тотожності інших витрат), витрати на закладні роботи на 1 т руди склали 12,48 грн. проти 14,76 грн., що дозволило знизити собівартість видобування руди на 5,2% – з 81,93 до 77,65 грн./т. При цьому, прибуток ЗАТ „Запорізький ЗРК“ збільшується на 53,0%, а рентабельність видобування 1т залізної руди – на 6,1%.

Таблиця 4

Результати рішення задачі управління вартістю закладної суміші

Складові закладної суміші, %	Ступінь належності			
	1	0,8	0,5	0,2
X_1 – граншлак	16,0	16,4	16,7	17,2
X_2 – цемент	4,0	3,0	2,0	1,0
X_3 – вапняково-доломітний матеріал	0,0	0,0	0,0	0,0
X_4 – пісок	10,4	10,0	9,6	9,2
X_5 – щебінь не поіменованій	0,0	0,0	0,0	0,0
X_6 – золотшлак	12,8	12,5	12,2	11,8
X_7 – порода	20,7	20,7	20,6	19,7
X_8 – суглинок	0,0	0,0	0,0	0,0
X_9 – глина	17,1	19,4	21,8	25,0
X_{10} – вода	19,0	18,0	17,0	16,0
$f(x)$ – вартість суміші, грн/м ³	25,95	22,21	19,88	16,12
$\varphi(x)$ – міцність суміші, кГ/см ²	35,0	30,0	25,0	20,0

Основні висновки за виконаними дослідженнями полягають у наступному:

– співвідношення витрат на природоохоронну діяльність та прибутків від її здійснення визначають еколого-економічний ефект від закладних робіт;

– позитивна різниця між рівнями доходу гірничорудного підприємства від реалізації товарної руди, видобутої за технологіями із закладанням виробок та традиційною, з урахуванням зміни капіталу, інвестованого на видобувні роботи за цими технологіями й економії витрат на компенсацію порушень природи, визначає доцільність технології підземних гірничих робіт на основі закладання виробленого простору;

– управління витратами на охорону природи слід здійснювати на основі економіко-математичної моделі, цільовою функцією якої є мінімізація витрат на закладну суміш залежно від складу її компонентів, що досягається методом нечіткого математичного програмування через розкладання на множини рівня у відповідності до ступеню приналежності;

– наведена вище модель конкретизована стосовно умов ЗАТ „Запорізький ЗРК“, для чого визначена функція витрат від міцності суміші за її окремими складовими у вигляді множинної лінійної регресії. У результаті оптимізації складу суміші, собівартість руди знижується на 5,2%.

Список літератури

1. Економічна енциклопедія: в 3 т. / [Редкол.: С.В. Мочерний (відп.ред.) та ін.] – К.: Видавничий центр „Академія“, 2000 – Т. 1 – 864 с.
2. Біляєва О.С. Удосконалення механізму стимулювання природоохоронної діяльності промислового підприємства / О.С. Біляєва, В.С. Верещак // Вісник КТУ. – Кривий Ріг: КТУ, 2006. – Вип. 13 – С. 233–236.
3. Андреева О.М. Екологічні податки як інструмент регулювання природокористування в Україні / О.М. Андреева // Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки України: Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 22–24 трав. 2008 р. – Дніпропетровськ, 2008. – Т.1 – С. 229–231.
4. Малахов И.Н. Качество жизни: опыт экологического прочтения. – Кривой Рог: Вежа, 1999. – 158 с.
5. Тимошенко Л.В. Інновації як інструмент підвищення конкурентоспроможності гірничо-видобувного підпри-

ємства / Л.В. Тимошенко, О.В. Крилова // Економ. вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2009. – №3 – С. 38 – 45.

6. Вяткин А.П. Твердеющая закладка на рудниках. / А.П. Вяткин, В.Г. Горбачев, В.А. Рубцов – М.: Недра, 1983. – 168 с.

7. Агошков М.И. Экономика горнорудной промышленности. / М.И. Агошков, Е.Л. Гольдман, Н.А. Кривенков – М.: Недра, 1986. – 264 с.

8. Тимошенко Л.В. Дослідження впливу вартості робіт по закладці виробленого простору на формування собівартості видобутку залізної руди / І.В. Шереметьєва, Л.В. Тимошенко // Облік, контроль і аналіз в управлінні підприємницькою діяльністю: IV Міжнар. наук.-практ. конф. Черкаси, 11–13 квіт. 2007 р. – Черкаси, 2007. 4 С. 199–200.

9. Орловський С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С.А. Орловский. – М: Прогресс, 1981 – 208 с.

10. Сухарев А.Г. Курс методов оптимизации / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. – М.: Наука, 1986. – 376 с.

11. Тимошенко Л.В. Математическое моделирование и оптимизация состава закладочной смеси на примере Запорожского железорудного комбината / Л.В. Тимошенко, С.А. Ус // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (MPZIS-2005): Третя Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 16–18 лист. 2005 р. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. – С. 175.

12. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов/ И.Н. Бронштейн, К.А.Семендяев. – 13-е изд., исправл. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 544 с.

13. Мостеллер Ф. Анализ данных и регрессия / Ф. Мостеллер, Д. Тьюки – Вып. 1, 2 – М.: Финансы и статистика, 1971. – 405 с.

14. Кендалл М. Многомерный статистический анализ и временные ряды. / М. Кендалл, А. Стьюарт – М.: Наука, 1976. – 736 с.

Разработаны теоретические и методические принципы управления уровнем природоохранных затрат при подземном способе разработки железорудного месторождения. Управление расходами осуществляется на основе экономико-математического моделирования в зависимости от состава и стоимости компонентов смеси на закладывание выработанного пространства.

Ключевые слова: локальные экосистемы, экономико-математическая модель, производственные расходы, закладка выработанного пространства, эколого-экономический эффект

Theoretical and methodical principles of management of nature protection costs level at the underground method of iron-ore field elaboration are developed. The management of costs is carried out on the basis of economical-mathematical model depending on composition and cost of mixture components on mortgage of mined-out space.

Keywords: local ecosystems, economical-mathematical model, production costs, mortgage of mined-out space, ecological-economical effect

Рекомендовано до публікації д.е.н., О.Г. Вагоною 25.06.10