

УДК 379.85:712.23: 332.32

О.О. СКРИПНИК, канд. біол. наук, старший науковий співробітник відділу екологічного нормування Інституту проблем природокористування та екології НАН України, м. Дніпропетровськ, Україна

ГЕОМЕТРИЗАЦІЙНІ ОСНОВИ ЗМЕНШЕННЯ ЕКОРИЗИКІВ ВІД ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ ЗЕМЕЛЬ

Обґрунтовано можливість забезпечення найкращих умов формування вторинних екосистем з найменшими екоризиками шляхом управління поверхнею порушених гірничими роботами земель.

Ключові слова: екоризики, поверхня порушених гірничими роботами земель.

Вступ

Розробка родовищ корисних копалин має негативні еконаслідки, в тому числі, і у вигляді порушених гірничими роботами земель. Вони стають причиною формування екоризиків для навколишнього середовища через втрату його природних компонентів та механізмів функціонування, деградацію біоти, погіршення якості атмосфери через забруднення техногенним пилом та газами, гідросфери – небезпечними розчинами, літосфери – твердими відходами.

Традиційно передбачається повернення порушених земель до використання та досягнення вимог екобезпеки територій за рахунок проведення рекультивації. Однак, підприємства не поспішають виконувати такі проекти, бо витрати на їх виконання лягають важким тягарем на собівартість, знижують конкурентну спроможність продукції. В ряді випадків відсутня можливість проведення заходів рекультивації до завершення повного циклу гірничих робіт. Сучасні щорічні обсяги відновлювальних робіт у Кривбасі складають менше 1 % від кількості порушених гірничими роботами земель. Окрім того, технології рекультивації не є досконалими, вторинні ґрунти значно поступаються за родючістю своїм природним аналогам, рослинність знаходиться в пригніченому стані. В значній мірі, це обумовлено тим, що проекти рекультивації спрямовані на досягнення кількості за обсягами, а не якості реабілітації природних механізмів функціонування земель.

Сьогодні очевидно стає необхідність розробки нових методів [1] формування вторинних екосистем на порушених гірничими

роботами землях на засадах сталого розвитку, що передбачає не тільки виключення забруднення навколишнього середовища, а і збереження ландшафтного та біотичного різноманіття, перешкоджання спустеленню земель, глобальним змінам клімату.

Порушені землі та їх техногенний вплив є явищами територіальними, таким чином, особливого значення набуває створення просторових основ зменшення екоризиків. Традиційні уявлення екобезпеки базуються на спрощеній якісній оцінці за середніми або точковими екопараметрами та їх відповідності встановленим нормам. Використання одновимірних та двовимірних моделей поверхні обмежує можливості удосконалення методів рекультивації [2]. Використання тривимірних моделей дозволяє уникнути значних похибок у екологічних оцінках, визначеннях обсягів гірничих робіт, досягти створення раціональних форм рельєфу [3].

Універсальним засобом зменшення екоризиків є формування вторинних екосистем шляхом прискорення природних процесів. Механізми їх функціонування зумовлені будовою поверхні, яка забезпечує рух потоків речовини та енергії у тривимірному просторі [4, 5, 6]. Кількісне визначення екопараметрів потребує геометризації поверхні порушених гірничими роботами земель, яка дає змогу обґрунтування оцінок, розрахунків, вибору варіантів заходів зі зменшення ризиків.

Таким чином, необхідність вирішення проблеми зменшення екоризиків шляхом управління геометризаційними параметрами будови поверхні обумовлюють актуальність теми представленої роботи.

Метою досліджень стала розробка основ геометризації поверхні порушених гірничими

ми роботами для обґрунтування зменшення екоризиків території. Одною з основних задач з її досягнення стала розробка методів управління поверхнею порушених гірничими

роботами земель для зменшення екологічних ризиків, в тому числі і шляхом цілеспрямованого формування вторинних екосистем.

Основні результати

Планіметричний показник екоризиків. Оцінка екоризиків за грошовою вартістю весь час змінюється в умовах вільного ринку. Необхідність територіального обґрунтування стану екобезпеки вимагає розробки більш надійних параметрів на основі площі нанесення екозбитків. Наші дослідження свідчать, що найбільш надійною є оцінка за кількісними та якісними геометричними показниками поверхні порушених гірничими роботами земель (ППГРЗ):

$$\Lambda_e = \sum_{i=1}^n p_i S_i I_i, \quad (1)$$

де Λ_e – планіметричний показник екоризиків; p_i – ймовірність; S_i – площа нанесення екозбитків, га; I_i – техногенне навантаження, га⁻¹.

Екозбитки виникають через забруднення атмосфери пилом під дією вітру у концентраціях, які перевищують ГДК. Геометризація процесу запилення дозволила отримати залежність:

$$I_{ewd} = \frac{S_{ewd} d_{ewd} \rho_v}{S_{3d} N_a H_a}, \quad (2)$$

де I_{ewd} – техногенне навантаження від запилення атмосфери; S_{ewd} – площа вітрової ерозії, га; d_{ewd} – товщина шару вітрової ерозії, м; ρ_v – об’ємна маса гірських порід порушених гірничими роботами земель, т/м³; N_a – висо-

$$\Lambda_e = p_{ewd} S_a \frac{S_{ewd} d_{ewd} \rho_v}{S_{3d} H_a N_a} + p_{ewt} S_d \frac{S_{ewt} d_{ewt} \rho_v}{S_{3d} H_d N_d} + S_{es} \frac{C_n}{C_0}, \quad (5)$$

де p_{ewd} – ймовірність критичної швидкості вітру; p_{ewt} – ймовірність опадів критичної інтенсивності, S_a – площа ареалу забрудненої атмосфери, га; S_d – площа ареалу забрудненої гідросфери, га; S_{es} – площа знищення екосистем, га; інші позначення як у формулах (1-4).

Ризики розвитку вітровою ерозією визначаються ймовірність вітру, який досягає критичних швидкостей. В умовах Кривбасу критична швидкість вітру складає близько

та шару забрудненої атмосфери, м; N_a – ГДК запилення, т/м³; S_{3d} – реальна площа випадіння, га.

Аналогічним чином визначається техногенне навантаження від поверхневого стоку I_{ewt} :

$$I_{ewt} = \frac{S_{ewt} d_{ewt} \rho_v}{S_{3d} H_d N_d}, \quad (3)$$

де I_{ewt} – техногенне навантаження від забруднення гідросфери; S_{ewt} – площа водної ерозії, га; d_{ewt} – товщина шару водної ерозії, м; ρ_v – об’ємна маса гірських порід порушених гірничими роботами земель, т/м³; H_d – глибина забруднення водою, м; N_d – ГДК забруднення гідросфери, т/м³.

Техногенне навантаження від знищення екосистем на землях, де розташовані об’єкти гірничого виробництва, складає:

$$I_{es} = \frac{C_n}{C_0} \quad (4)$$

де I_{es} – техногенне навантаження від знищення екосистем на землях, де розташовані об’єкти гірничого виробництва; C_n – нормоване загальне проективне покриття у деградованому стані, %; C_0 – загальне проективне покриття у природному стані, %.

Таким чином, екоризики від порушених гірничими роботами земель можуть оцінюватися за формулою:

5- 15 м/сек. Вірогідність такого вітру досягає 0,2 – 0,5.

Ризики розвитку водної ерозії визначаються ймовірність опадів, інтенсивність яких перевищує коефіцієнт водопроникнення. В залежності від площі водозбору на окремих ареалах поверхневий стік досягає критичних швидкостей. В умовах Кривбасу вірогідність опадів 5-30 мм/хв., які складають загрозу екологічній безпеці порушених гірничими роботами земель, складає 0,33 [6].

Ризик знищення екосистем є реалізованим в кінці процесу створення порушених земель, тому його ймовірність дорівнює 1.

Кількісна оцінка екобезпеки порушених гірничими роботами земель дає можливість проектування, експлуатації, подолання екологічних наслідків функціонування гірничих підприємств у відповідності до вимог сталого розвитку.

Зазвичай параметризація головних елементів дозволяє кількісно оцінювати, порівнювати з нормою, розробляти заходи з досягнення екобезпеки. На основі системи параметрів можна здійснювати моніторинг, зберігання інформації, оцінку, обґрунтування механізмів та явищ, управління.

Цілеспрямований технологічний вплив на ППГРЗ для зменшення екозбитків. Для подолання негативних наслідків від порушених гірничими роботами земель на навколишнє середовище необхідно передбачити систему технологічних впливів, яка забезпечить найкращі екопараметри функціонування екосистем і найменші екозбитки.

Формування вторинних екосистем відбувається в просторі, основним елементом якого є ППГРЗ.

Через її будову відбувається формування потоків речовини та енергії, управління якими забезпечує зменшення екологічних збитків для навколишнього середовища (рисунк 1).

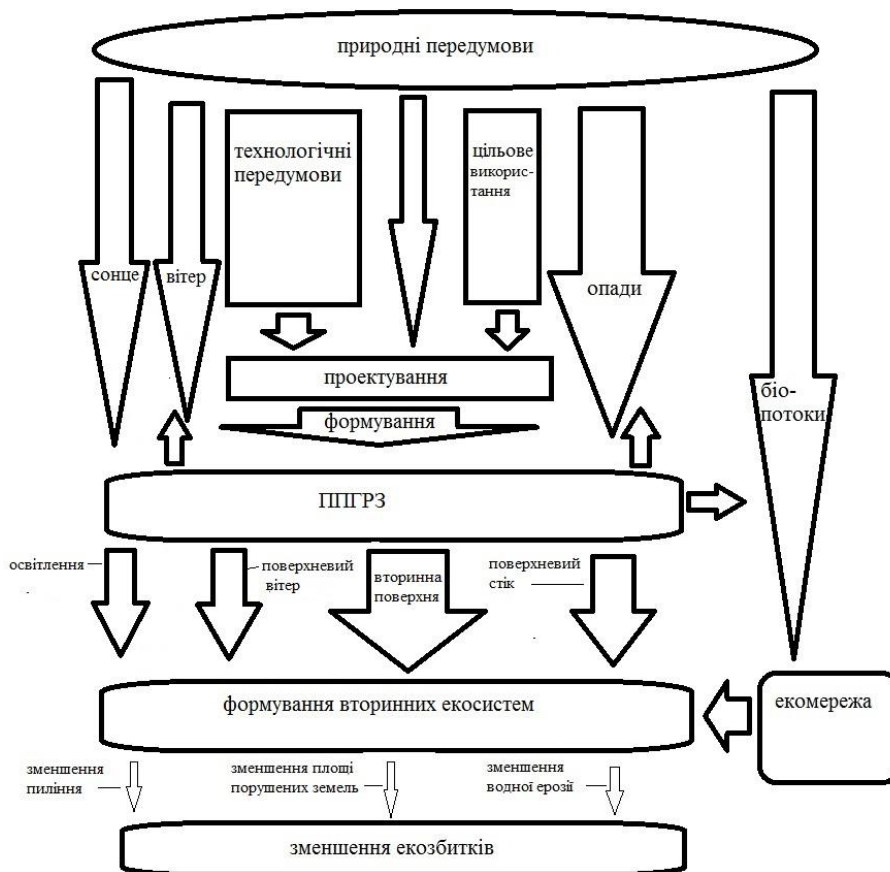


Рисунок 1 – Загальна схема цілеспрямованого технологічного впливу на ППГРЗ для зменшення екологічних збитків

Формування вторинних екосистем – це технологічне управління створенням умов розвитку природних процесів самовідновлення, саморегуляції, самовідтворення, які притаманні біосфері в цілому. Воно може полягати в активізації, ініціюванні, приско-

ренні, диверсифікації, зміні сценаріїв розвитку [8].

Технологічне формування ППГРЗ є складним процесом, який потребує введення етапу проектування. Проектування починається з визначення природних, технологічних та цільових передумов формування

ППГРЗ. За проектом відбувається формування ППГРЗ з розрахованими геометризаційними параметрами.

Відомо, що основними потоками які впливають на стан екосистем є наступні: флювіальні (водні), еолові (повітряні), сонячного світла та біологічні. Всі вони формуються в залежності від будови ППГРЗ. Нами пропонується шляхом зміни будови поверхні направляти потоки та формувати зони акумуляції та дисперсії. Таким чином, долається дефіцит зволоження, тепла, поживних речовин, або їх надлишок.

Випробування методів геометризації формування вторинних екосистем із залученням природних потоків речовини та енергії було проведено на дослідних ділянках відвалу № 3 Інгулецького ГЗК та у ландшафтному заказнику «Візирка».

Управління водними потоками. Для дослідження впливу на стан навколишнього середовища атмосферних опадів були використані методи та алгоритми ГІС-систем Surfer, Global Mapper, Grass, та інших. Для розрахунків використовувались, головним чином, модель прогнозу дощового смиву USLE (Universal Soil Loss Equation), та її удосконалена версія RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation).

Утворення поверхневого стоку ділянки поверхні нами пропонується визначати через різницю поверхонь інтенсивності опадів і водопроникнення, що дозволяє відображати поверхневий стік не традиційним середнім показником, а перерозподілом його на ППГРЗ. Таким чином, можна отримати параметри поверхневого стоку у всіх точках ППГРЗ, що значно підвищує інформаційну цінність матеріалів, дає змогу візуалізувати їх у графічному форматі.

Узагальнення результатів водно-ерозійних спостережень, в тому числі свідчить про можливість оцінки загрози водної ерозії через параметри геометризації поверхні:

$$O_{ewt} = f(\Phi_U, \Phi_D, \Phi_C) = K \frac{L(\cos\alpha - \sin\alpha) S_{awt}}{o_{mezo} o_{mikro} o_{plant} a J \gamma S_{ar}}, \quad (6)$$

де O_{ewt} – оцінка загрози водної ерозії; Φ_U – фактор водного потоку; Φ_D – фактор гранулометричного елементу; Φ_C – фактор зв'язності поверхні; K – узагальнений коефіцієнт, який відображає питомий смив ґрунтів; L –

довжина схилу, м; α – кут нахилу схилу, градус; o_{mezo} – шорсткість опору мезобудови, безрозм.; o_{mikro} – шорсткість опору мікробудови, безрозм.; o_{plant} – шорсткість опору рослинного покриву, безрозм.; a – середній розмір гранулометричного елементу, м; J – коефіцієнт сферичності Вадела, безрозм.; γ – кут внутрішнього тертя, градус; S_{awt} – площа водозбору, м²; S_{ar} – площа ареалу, м².

Таким чином, в основі гальмування розвитку водної ерозії порушених гірничими роботами земель лежить зміна будови поверхні.

Перерозподіл поверхневого стоку починається на мікрорівні. Формується мережа мікрострумків, в яких концентрується стік, відповідно до мікробудови поверхні.

Мікрострумки або закінчуються мікродоймою, в якій поверхневий стік переходить у фільтраційний, або зливаються з іншим мікрострумком з утворенням струмка наступного порядку, який посилює ерозійну небезпеку поверхневого стоку.

На етапі мікрострумкового розподілу поверхневого стоку основним методом його блокування є зменшення довжини мікрострумків, що можна досягати шляхом утворення кінцевих мікродойм, каскаду мікродойм, збільшення водопроникнення басейну. Наші дослідження свідчать, якщо довжина мікрострумка не перевищує 3,0 м, то загроза розвитку водної ерозії відсутня.

Достовірність результатів досліджень підтверджують спостереження на техноло-гічно сформованому відкосі відвалу № 3 Інгулецького ГЗК, з використанням геометризаційних параметрів, де водна ерозія не відбувається.

Аналогічним чином розвиваються процеси ерозії на мезорівні, тому тут може застосовуватись розроблений нами метод.

Зменшення ризиків розвитку водної ерозії в десятки разів досягається шляхом зменшення водозбірної площі. Досягнення рослинністю проективного покриття 100 %, створює такий опір потоку рослинністю, що ризик водної ерозії зменшується до 0.

Головним чинником формування вторинних екосистем в умовах степової зони є забезпечення вологою. Найбільші акумуляції спостерігаються у замкнених від'ємних формах рельєфу: подах, лійках, ложбінах. Вони спостерігаються на територіях де відбуваються просадки території, в тому числі,

і техногенного походження. Найбільше поширення вони мають на порушених землях Нікопольського марганцеворудного басейну, де повна акумуляційна кривизна може сягати 8 (за даними ЦМР створеною методами ДЗЗ). Це викликає збиткове зволоження ґрунтів, формування лучних, лучно-болотних, болотних екосистем.

Наші дослідження свідчать, що головним параметром, який впливає на формування вторинних екосистем порушених гірничими роботами земель в умовах Кривбасу є фактор вологості. Достатній рівень точності для ППГРЗ забезпечується з урахуванням 4 найпотужніших рівнів за розробленою нами формулою:

$$W = k_0 \cdot \Phi_a \cdot W_{gl} \cdot W_{mega} \cdot W_{macro} \cdot W_{mezo} \cdot W_{micro}, \quad (7)$$

де k_0 – коефіцієнт перерозподілу атмосферних опадів під час випадіння; Φ_a – фактор водопоглинання; W – фактор забезпечення вологою; W_{gl} – фактор забезпечення вологою глобального рівня; W_{mega} – фактор забезпечення вологою мегарівня; W_{macro} – фактор забезпечення вологою макrorівня; W_{mezo} – фактор забезпечення вологою мезорівня; W_{micro} – фактор забезпечення вологою мікрорівня.

Використання ЦМР дозволяє визначати фактор зволоження за формулою (7) за геометризційними параметрами точки, а за допомогою ГІС-технологій в автоматичному режимі і візуалізувати результати розрахунків.

Для контролю достовірності розрахункових методів визначення фактору вологості використовувались прямі вимірювання вологості ґрунтів термостатно-ваговим методом на момент через 3 доби після рясного дощу у 24 точках профілю відвалу № 3 Інгулецького ГЗК.

Порівняння результатів розрахунків та експериментальних визначень виявило коефіцієнт кореляції, який сягав 0,8.

Таким чином, зміною геометризційних параметрів можливо впливати на розвиток водної ерозії та формування зволоження ґрунтів для зменшення екоризиків.

Управління вітровими потоками. Механізм вітрової ерозії розглядався в рамках теорії механіки багатофазних середовищ. Основною підйомною силою визнавалась

вихорева. Для розробки були використані методи та алгоритми ГІС Surfer.

Узагальнення результатів спостережень за вітровою ерозією свідчить про можливість оцінки загрози вітрової ерозії через показники геометризації поверхні:

$$O_{ewd} = f(\Phi_U, \Phi_D, \Phi_C) = K \frac{\sin^2 \beta l}{o_{mezo} o_{mikro} o_{plant} a J t g \gamma}, \quad (8)$$

де O_{ewd} – оцінка загрози вітрової ерозії; Φ_U – фактор вітру; Φ_D – фактор гранулометричного елемента; Φ_C – фактор зв'язності поверхні; K – узагальнений коефіцієнт; β – кут дії вітру, град; l – довжина розгону, м; o_{mezo} – шорсткість опору мезобудови, безрозм.; o_{mikro} – шорсткість опору мікробудови, безрозм.; o_{plant} – шорсткість опору рослинного покриву, безрозм.; a – середній розмір гранулометричного елемента, м; J – коефіцієнт сферичності Вадела, безрозм.; γ – кут внутрішнього тертя, град;

Виявлені нами залежності дозволяють здійснювати конструювання форми поверхні відвалу та розташування протипилових засобів на поверхнях, які забезпечують мінімальні екологічні збитки через запилення атмосфери. Створення вітрозахисних лісомуг шириною 10 м біля підніжжя відвалу дозволяє майже втричі зменшити пиління поверхонь за рахунок зростання шорсткості поверхні, зменшення швидкості вітру, посилення зв'язності, акумуляції пилу.

Таким чином, зміна геометризційних параметрів дозволяє зменшувати екоризики від вітрової ерозії та пиління поверхні відвалу.

Управління біотичними потоками. Для просторового аналізу біотичних потоків були використані космічні знімки, які знаходяться у відкритому доступі та стандартні методи дешифрування для визначення стану рослинного покриву за даними індексу «зеленого» (NDVI).

Основним засобом спрямування біотичних потоків на ППГРЗ є створення екологічних коридорів, які б просторово об'єднали загальний біологічний простір, представлений екологічною мережею з територією формування вторинних екосистем.

Головним якісним критерієм території, яка може бути використана для екологічного коридору є наявність рослинного покриву. Нашими дослідженнями доведено, що 95 %

площі природного рослинного покриву Дніпропетровської області зосереджена в зонах, які безпосередньо наближені до ліній гідрографічної мережі (долини річок, степові балки, байраки).

Таким чином, було доведено, що найбільш обґрунтованими є підходи формування екологічної мережі на основі гідрографічної мережі і була запропонована попередня схема екологічної мережі Дніпропетровської області, яка побудована як ієрархічна система коридорів 1, 2, 3, 4 порядків.

Принцип визначення функціональної структури екокоридорів, дозволяє встановлювати геометричні співвідношення його складових, які використовуються при проектуванні техногенних ландшафтних заказників для збереження вторинних екосистем та екокоридорів.

Таким чином, геометризційні методи дозволяють визначити просторове положення основних функціональних елементів забезпечення біологічних потоків (екокоридорів, буферних зон, екотехнологічних розв'язок), в тому числі, засобами ГІС за алгоритмом найменшої вартості. Це дозволяє вибрати найкращі рішення як з точки зору біотичної, так і економічної складової.

В той же час, реалізація програми формування екомережі вимагає вилучення значних площ земель з обмеженнями землекористу-

вання, тому нами запропоновано використувати для формування екокоридорів порушені гірничими роботами землі у вигляді техногенних ландшафтних заказників, що також сприяє збільшенню природно-заповідного фонду (ПЗФ) області.

Більшість отриманих наукових розробок була використана нами при обґрунтування практичних рішень. Так, розроблені формули уточнення розрахунків площі були використані при застосуванні способу рекультивациі відвалів скельних порід та пристрою для його здійснення з внесення органічної речовини осадів стічних вод (Пат. 85669 Україна, МПК А 01 В 79/00), а, також, способу боротьби з бур'янистою рослинністю (Пат. 20589 Україна МПК А01Р 13/00, А01 N). Методи формування екосистем були впроваджені при складанні проектів заказника «Візирка», експериментального мікрозаказника відвалу № 3а Інгулецького ГЗК, розробки зонування територій заказників «Богдановський» та «Вершина», утилізації осадів стічних вод ЗАТ«Надєжда», екологічно безпечного відвалу та інших.

Розвиток методів геометризациі ППГРЗ дозволить значно удосконалити оцінки екологічного стану, розробку заходів, які його поліпшують.

Висновки

1. Удосконалення класичної парадигми про рівнозначущість факторів екосистемоутворення свідчить, що основною передумовою формування вторинних екосистем є геометрична будова її поверхні, управління якою дає змогу зменшити екоризики ППГРЗ.

2. Обґрунтовані залежності загрози водної ерозії ґрунтів ППГРЗ від геометризційних параметрів поверхні: довжини схилу, кута нахилу схилу, шорсткості опору мезобудови, шорсткості опору мікробудови, шорсткості опору рослинного покриву, середнього розміру гранулометричного елемента, коефіцієнта сферичності Вадела гранулометричного елемента, кута внутрішнього тертя, площі водозбору, площі ареалу.

3. Встановлено, що накопичення вологи відбувається в ареалах поверхні відповідно з їх акумуляційною кривизною. Розрахунок фактору вологості дає змогу визначити домінуючі види рослинності з відповідним

екологічним діапазоном, які слід використувати для формування рослинності вторинних екосистем. В умовах Кривбасу найкращі умови зволоження складаються при значеннях фактору зволоження, які для степової рослинності дорівнюють 2, лісової рослинності – 3.

4.3 використанням основних положень механіки багатофазних середовищ доведено, що оцінка загрози вітрової ерозії на схилі відкосу відвалу знаходиться в залежності кута дії вітру; довжини розгону; шорсткості опору мезобудови; шорсткості опору мікробудови; шорсткості опору рослинного покриву; середнього розміру гранулометричного елемента; коефіцієнт сферичності Вадела гранулометричного елемента, кута внутрішнього тертя.

5. Аналіз каркасу будови поверхні, структури рослинного та ґрунтового покриву покриву свідчить, що будова екомережі повинна

здійснюватись за лініями гідрографічної мережі. Залучення до екомережі порушених гірничими роботами земель дає змогу спрямувати на них потоки розповсюдження біоти. Зазначені принципи дозволили створити схему регіональної екомережі Дніпропетровської області.

6. На основі геометризації ППГРЗ були розроблені рекомендації внесення органічної речовини для формування вторинних

екосистем, які були впровадженні на Інгулецькому ГЗК. Практичні рекомендації роботи були використані при розробці клопотання про створення та проектів техногенних ландшафтних заказників місцевого значення «Візирка», «Вершина», «Грушівка», ландшафтного заказника загальнодержавного значення «Богданівський», які увійшли до природно-заповідного фонду Дніпропетровської області.

Перелік посилань

1. Соболевский П.К. Современная горная геометрия/ П.К. Соболевский // Социалистическая реконструкция и наука. – Вып. 7. – 1932. – С. 42-78.
2. Скрипник О.О. Розробка наукових основ технологій біогеодиверсифікації порушених гірничими роботами земель для розбудови екологічної мережі / О.О. Скрипник // Зб. наук. праць ІППЕ «Екологія і природокористування». – Випуск 11. – Дніпропетровськ, 2008. – С. 55-70.
3. ГОСТ 22268-76. Геодезия. Термины и определения. – С. 13.
4. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова / В.М Фридланд – М. : Мысль. – 1972. – 423 с.
5. Голубець М.А. Екосистемологія. / М.А. Голубець. – Львів : В-во «Поллі». – 2000. – 316 с.
6. Степанов Н.И. Формы в мире почв./ Н.И. Степанов – М. : «Наука». – 1986. – 192 с.
7. Гідроекосистема Криворізького басейну – стан і напрямки поліпшення / [Багрій І.Д., Гожик П.Ф., Самоткал Е.В. та ін.]. – К. : Фенікс, 2005. – 216 с.
8. Сметана С.М. Екологічна класифікація техногенних ландшафтів гірничодобувних регіонів/ Сметана С.М. // Зб. наук. праць ІППЕ «Екологія і природокористування». – Випуск 11. – Дніпропетровськ, 2008. – С. 30-41.

*Стаття надійшла до редколегії 12.11.2014 р. українською мовою
Стаття рекомендована членом редколегії д-ром біол. наук Г.Г. Шматковим*

О.А. СКРИПНИК

*Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины,
г. Днепропетровск, Украина*

ГЕОМЕТРИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ УМЕНЬШЕНИЯ ЭКОРИСКОВ ОТ НАРУШЕННЫХ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ ЗЕМЕЛЬ

Обоснована возможность обеспечения наилучших условий формирования вторичных экосистем с наименьшими экорисками путем управления поверхностью нарушенных горными работами земель

Ключевые слова: экориски, поверхность нарушенных горными работами земель

О.О. SKRYPNYK

*Institute for Nature Management Problems and Ecology of National Academy of Sciences of Ukraine,
Dnipropetrovsk, Ukraine*

GEOMETRIZATION BASE OF THE ECOLOGICAL RISKS REDUCING DUE TO DISTURBED LANDS BY MINING OPERATIONS

The possibility of ensuring the best conditions for formation of secondary ecosystems with minimal ecological risk by managing of surface of disturbed lands by mining operations was substantiated.

Keywords: ecological risk, surface of disturbed lands by mining operations.