

## DEVELOPMENT OF INNOVATIVE APPROACHES TO THE RECLAMATION OF PRYDNIPROVIA REGION LAND DISTURBED BY MINING

*O. Inkin<sup>1</sup>, N. Dereviahina<sup>1\*</sup>, M. Trehub<sup>1</sup>, Ye. Kozii<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine*

*\*Corresponding author: [natali.derev@gmail.com](mailto:natali.derev@gmail.com)*

**Abstract.** In terms of modern conditions of the development of industrial and agricultural sectors of Ukrainian economy, a problem of effective use of residual resources as well as reclamation of the territories of mining enterprises is of special topicality. In general, considerable changes in geological structures and landscapes as well as critical environmental situation are peculiar for the mining regions. In particular, taking into consideration the current problem concerning shortage of energy carriers, the ecological situation shows the country's technological inferiority in the use of natural and technogenic resources of the mined-out areas and their further development by reclamation. The strengthened landscape is a unique medium for the implementation of principally new methods of reclamation, adaptation, and improvement of phytomelioration methods under different conditions as well as restoration of the land fertility along with the solution of a range of environmental and social problems. Thus, the article deals with the development of innovative approaches for ecologization and increase of economic efficiency of mining enterprises at different stages of closure, creation of parametric basis for the restoration of their territories in plan and space into a totality of innovative technological methods which make it possible to form territories with the preset parameters of economic or land-ecological efficiency to provide sustainable development of Prydniprovya Region (Western Donbas).

**Key words:** reclamation, residual resources, natural and man-made resources, restoration of land fertility.

## РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ ДО РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬНИХ УГІДЬ ПРИДНІПРОВСЬКОГО РЕГІОНУ, ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ

*О. Инкин<sup>1</sup>, Н. Деревягина<sup>1\*</sup>, Трезуб М.В.<sup>1</sup>, Е. Козий<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна*

*\* Відповідальний автор: [natali.derev@gmail.com](mailto:natali.derev@gmail.com)*

**Анотація.** У сучасних умовах розвитку промислового та аграрного секторів економіки України дуже актуальним є питання ефективного використання залишкових ресурсів та відновлення територій гірничодобувних підприємств. Для видобувних регіонів характерна суттєва перебудова геологічних структур та ландшафтів в цілому і критична екологічна ситуація, що з урахуванням існуючої проблеми нестачі енергоносіїв свідчить про технологічне відставання країни у використанні природно-техногенних ресурсів відпрацьованих ділянок та їх подальшого розвитку шляхом рекультивації. Змінений ландшафт є унікальним середовищем для впровадження принципово нових методів рекультивації, адаптації та удосконалення фітомеліоративних методів у різних умовах, відновлення родючості земель, вирішуючи при цьому цілий спектр екологічних і соціальних проблем. Тому стаття присвячена обґрунтуванню інноваційних підходів для екологізації та підвищення економічної ефективності видобувних підприємств на різних етапах закриття, створення параметричної основи відновлення їх території у плані та просторі в сукупність інноваційних технологічних прийомів, що дозволяють сформувати території із заданими параметрами господарської або ґрунтово-екологічної ефективності, що забезпечить стійкий розвиток Придніпровського регіону (Західний Донбас).

**Ключові слова:** рекультивація, залишкові ресурси, природно-техногенний ресурс, відновлення родючості земель.

**Вступ.** Число запланованих до ліквідації гірничовидобувних підприємств в Україні постійно збільшується (у Дніпропетровській області це, наприклад, вугільні шахти Західного Донбасу). Це супроводжується значним скороченням робочих місць і зростанням соціальної напруженості у регіоні. У той же час, ці підприємства мають розвинену інфраструктуру, виробничий комплекс з освоєння різних видів ресурсів, мережу наземних будівель, що дозволяє розмістити інноваційні виробництва різного профілю, а також техногенно порушені території. Проблема рекультивації на сучасному етапі не може бути повністю і ефективно вирішена без комплексного охоплення всіх видів порушень природних екосистем, без вивчення специфіки і динаміки екологічних умов, що створюються при техногенному впливі на природні комплекси без прогнозування тих змін, які можуть відбутися в результаті дії техногенних факторів. На жаль, рекультивація, в багатьох випадках, зводиться до відновлення в господарських цілях окремих порушених ділянок без врахування їх ролі як ланок загального ланцюгу природних екосистем, часто без визначення їх правильного співвідношення, найбільш доречного для конкретного району з урахуванням його зонально-кліматичних особливостей і збалансованості екосистем [1-4].

**Аналіз наявної ситуації та останні досягнення.** Подальший розвиток енергетичного, аграрного та економічного секторів України багато в чому пов'язаний із можливістю планоїрної ліквідації ряду нерентабельних і старих гірничовидобувних підприємств. При цьому до першочергових проблем, що з'являються в ході даного процесу, слід віднести виникаючий великий надлишок робочих місць, витрати на підтримку гідродинамічної безпеки закритих підприємств, порушення ландшафту на значній кількості територій, деградацію родючих земель і загрози забруднення навколишнього середовища [3-5]. При сучасних сільськогосподарських пріоритетах розвитку країни, велика кількість земель, порушених гірничими роботами, потребує відновлення як у аспекті рельєфу, так і родючості з подальшим моніторингом із використанням принципово нових методів рекультивації. Разом з тим, встановлені раніше підходи до перетворення видобувних підприємств мають загальний характер та не орієнтовані на особливості вітчизняної промисловості, що суттєво обмежує можливість їх використання і вимагає розробки нових, більш цілеспрямованих методів відновлення та управління виробництвами та територіями, які знаходяться на базі закритих шахт та кар'єрів У сфері забезпечення екологічної безпеки країни необхідні: високий рівень наукової обґрунтованості заходів щодо екологізації виробничої діяльності, посилення контрольних функцій органів влади, використання моделі ринкової економіки в контексті екологічної безпеки та євроінтеграційних інтересів України. Проведення рекультивації земель після закінчення використання родовища є обов'язком для користувача надр, тому кошти на рекультивацію мають розглядатися як завершальна частина виробничого процесу, а витрати на створення резервних фондів для рекультивації повинні зменшувати суму, що оподатковується, тобто мають належати до собівартості. Такий підхід прийнято у розвинених країнах світу [6-8].

**Формулювання мети.** У зв'язку з вищезазначеним, заплановані в статті дослідження, спрямовані на розробку комплексної системи відновлення території гірничовидобувного підприємства і створення на його основі єдиної системи різних енергоефективних та аграрних виробництв, допоможуть стабілізації екологічної ситуації та вимушеного безробіття в таких регіонах, а також зміцненню енергетичної безпеки країни. Досвіду комплексного перепрофілювання закритих гірничих підприємств у аграрно-промислові в Україні поки немає, тому запропонована в статті концепція біолого-технологічного відновлення територій з максимальним використанням наявних ресурсів є актуальною. Оригінальність досліджень, пов'язаних із розвитком агро-промислових локацій на території закритих шахт та кар'єрів, обґрунтована розробкою конкретних рекомендацій з переобладнання їх окремих об'єктів в виробництва, що користуються попитом, з відновленням фітоагроцінозів територій, враховуючи їх гірничо-біологічні особливості, що на відміну від виконаного раніше загального опису перспективності заходів рекультивації, дає значний соціально-економічний ефект [2-3].

Тому метою статті є розробка комплексної та поетапної моделі біолого-технологічного відновлення територій ліквідованих видобувних підприємств у нову агро-промислову локацію, яка представлена системою сучасних рекультиваційних технологій, що забезпечать збільшення її енергоефективності та екологічної безпеки шляхом максимального використання наявних земельних та людських ресурсів.

**Одержані результати та їх обговорення.** Подальший розвиток енергетики і економіки України багато в чому пов'язаний із можливістю планомірної ліквідації ряду нерентабельних і старих шахт та кар'єрів. При цьому до першочергових проблем, що з'являються в ході даного процесу, слід віднести виникаючий великий надлишок робочих місць, витрати на підтримку гідродинамічної безпеки закритих підприємств і загрози забруднення навколишнього середовища. У зв'язку з чим, дослідження авторів спрямовані на розробку параметричної основи технічного та біологічного відновлення територій, порушених гірничими роботами, яка надає можливість їх комплексного використання для промислового та сільськогосподарського секторів, підвищує економічну ефективність функціонування таких земель і знижує негативний вплив гірничодобувних робіт на екологічний стан Придніпровського регіону, одночасно допомагаючи зміцненню енергетичної безпеки країни.

Для вирішення зазначеного комплексу досліджень було поставлено та вирішено ряд завдань.

1. Встановлення діапазонів та порядку змін агро-технологічних параметрів територій видобувних підприємств, необхідних для їх відновлення та виробництва різних типів продукції і формування підприємств, які відповідають вимогам ринкової економіки та європейських екологічних стандартів. Аналіз варіантів використання та адаптації виділених агро-екологічних циклів відновлення порушених територій, з розробкою принципово нових підходів на основі отриманих даних.

Проведено дослідження технологічних, біолого-екологічних та гірничо-гідрогеологічних чинників працюючих та закритих гірничовидобувних підприємств, за допомогою яких встановлюється механізм перетворення їх виробничого профілю в комплексну систему інноваційних агропромислових технологій. При визначенні остаточної конфігурації агро-промислової локації та послідовності змін гірничовидобувного підприємства на стадії ліквідації необхідно використовувати модель аналізу технологічного профілю, яка розробляється на базі геотехнологічних та промислових критеріїв з використанням комплексу методів оптимізації. Для реалізації окремих технологічних ланцюгів в межах обраної агро-промислової локації розробляються засоби та методи інтеграції, що забезпечують спільне використання загальної інфраструктури, різних типів енергії, залишкових ресурсів, рельєфу, земельних ресурсів та внутрішню логістику з дотриманням сучасних екологічних стандартів.

2. Оцінка змін гідродинамічного стану порушених територій для відновлення родючості земель, і їх використання для нових технологічних цілей з визначенням впливу гірничо-геологічних умов і типів розробки родовищ на механізм та порядок перетворення їх порушених територій в систему інноваційних агро-технологічних локацій.

Створення системи проектування та управління окремою агро-промисловою локацією забезпечується встановленням критеріїв адаптації та модернізації виробництва, що визначаються в процесі перехресного аналізу опису стану закритої шахти або кар'єру та біолого-технологічних особливостей сукупності створених інноваційних підприємств. Основані на зіставленні результатів натурних вимірювань, фізичного і математичного моделювання, комплексні дослідження гірничо-гідрогеологічного та біологічного стану гірничовидобувних підприємств дозволять провести адекватну агро-геотехнологічну параметризацію заміни їх виробничого профілю на сукупність сучасних технологій, що забезпечить відновлення рельєфу, родючість ґрунтів, екологізацію підприємства та збереження робочих місць у досліджуваному регіоні. Одночасно буде вирішуватись питання використання залишкових ресурсів родовищ, що забезпечить максимальне використання як підземного, так і поверхневого простору (відвали та ін.).

3. Створення еколого-біологічного комплексу проектних модулів з розробки різних типів відновлення територій, включаючи повний цикл відновлення родючості ґрунтів. Одночасно необхідно визначити найбільш ефективні енергетичні культури, з адаптацією до ґрунтово-кліматичних умов видобувних регіонів з метою подальшого використання сировини в якості альтернативних джерел енергії (наприклад, паливні брикети та ін.) та розробити універсальні схеми відновлення та планування рельєфу порушених територій, з організацією фітоагроцінозів для різних типів розробки родовищ корисних копалин.

Необхідна розробка методики визначення та впровадження найбільш ефективних енергетичних культур, виходячи з гірничо-гідрогеологічних та ґрунтово-кліматичних умов видобувних регіонів при відновленні родючості ґрунтів. Розробка універсальних схем відновлення та планування рельєфу порушених територій, з організацією фітоагроцінозів при різних типах розробки родовищ корисних копалин, з кількісним та якісним обґрунтуванням можливості повернення рекультивованих територій до сільськогосподарського та мисливського призначення. Особливу увагу необхідно звернути на структуровані та адаптовані методи забезпечення стійкості наземного комплексу споруд та рельєфу в цілому, виходячи з типу родовища. За допомогою імітаційного економіко-математичного аналізу проведені дослідження, спрямовані на вивчення агро-промислового попиту на використання окремих об'єктів закритих шахт та кар'єрів та розробку рекомендацій щодо його збільшення.

**Основна практична цінність виконаних досліджень полягає** у розробці зазначеного комплексного підходу, внаслідок чого очікується підвищення економічних показників області за рахунок створення та повноцінної заміни робочих місць, відновлення територій і мінімізація загрози забруднення навколишнього середовища. Серед агровідновлення перевагу слід надати сільськогосподарському напрямку, хоча більш дешевим видом біологічної рекультивації є створення лісних складних біогеоценозів. При цьому вибір найбільш раціонального варіанта подальшого використання порушених земель повинен передбачати досягнення економічно оптимального і екологічно безпечного рівня віддачі з одиниці площі цих земель, впровадження ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту і вирощування сільськогосподарських культур. Вибір оптимального напрямку рекультивації порушених земель є проблемою яка повинна вирішуватись на основі врахування цілого комплексу політичних, соціальних економічно-екологічних факторів.

При рекультивації порушених земель важливо враховувати галузь подальшого використання цих земель: наприклад, врожайність люценти та еспарцету на третичних гірських породах без ґрунтового покриву складає 30-50 ц/га (затрати окупляються протягом 3-9 років). Привирощуванні озимої пшениці затрати збільшуються в зв'язку з необхідністю проведення робіт пов'язаних з нанесенням шару чорнозему [5].

**Основне наукове значення отриманих результатів полягає** у новому підході до розробки поетапного та комплексного відновлення території ліквідованого видобувного підприємства, що надає можливість їх повного використання для промислового та сільськогосподарського секторів, підвищує економічну ефективність функціонування таких земель і знижує негативний вплив гірничодобувних робіт на екологічний стан Придніпровського регіону. Також відмінною рисою наведених досліджень, пов'язаних з адаптацією та розробкою рекультиваційних заходів на порушених територіях, є розробка агро-технологічних рекомендацій та схем з комплексного освоєння таких земель, з відновленням рельєфу, родючості ґрунтів, використання залишкових ресурсів родовища та ін.

## References

1. Пивняк Г.Г., Собко Б.Е., Дребенштедт К., Ложников А.В. (2019). *Тенденции развития природоохраных технологий открытой разработки полезных ископаемых: моногр.* – Днепро: НТУ «ДП». 387.

*Pivnyak G.G., Sobko B.Ye., Drebenshtedt K., Lozhnikov A.V. (2019). Tendentsii razvitiya prirodookhrannykh tekhnologiy otkrytoy razrabotki poleznykh iskopayemykh: monogr.* – Dnipro: NTU «DP». 387.

2. Гайдін А.М., Собко Б.Ю. (2019). *Ревіталізація. Відновлення порушених ландшафтів в зонах діяльності гірничих підприємств: моногр.* – Д. «Літограф». 218.  
*Haydin A.M., Sobko B.YU. (2019). Revitalizatsiya. Vidnovlennya porushenykh landshaftiv v zonakh diyal'nosti hirnychukh pidpryyemstv: monohr.* – D. «Litohraf». 218.
3. Шемавн'ов В.І., Забалуєв В.О., Чабан І.П. (2006). Техногенні території: рекультивация, оптимізація агроландшафтів, раціональне використання. *Раціональне землекористування рекультивованих та еродованих земель (досвід, проблеми, перспективи)*, 5. 8-15.  
*Shemavn'ov V.I., Zabaluev V.O., Chaban I.P. (2006). Tekhnohenni terytoriyi: rekul'tyvatsiya, optymizatsiya ahrolandshaftiv, ratsional'ne vykorystannya. Ratsional'ne zemlekorystuvannya rekul'tyovanykh ta erodovanykh zemel' (dosvid, problemy, perspektivu)*, 5. 8-15.
4. Соцков В.О., Загриценко А.М., Деревягіна Н.І. (2019). Обґрунтування гірничо-технологічних параметрів застосування ресурсозберігаючої технології селективної відробки вугільних пластів для Західного Донбасу. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*, 6 (2). 17 – 23. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.6-2/04>.  
*Sotskov V.O., Zahrytsenko A.M., Derevyahina N.I. (2019). Obhruntuvannya hirnycho-tekhnolohichnykh parametriv zastosuvannya resursozberihayuchoyi tekhnolohiyi selektyvnoyi vidrobky vuhil'nykh plastiv dlya Zakhidnoho Donbasu. Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernads'koho. Seriya: tekhnichni nauky*, 6 (2). 17 – 23.
5. Узбек И.Х., Кобец А.С., Волох П.В., Дырда В.И., Демидов А.А. (2010). [Рекультивация нарушенных земель как устойчивое развитие сложных техноэкосистем: моногр. – Д.: Пороги. 263.](#)  
*Uzbek I.KH., Kobets A.S., Volokh P.V., Dyrda V.I., Demidov A.A. (2010). Rekul'tivatsiya narushennykh zemel' kak ustoychivoye razvitiye slozhnykh tekhnookosistem: monogr. – D.: Porogi. 263.*
6. Stanturf J.A. (2015). Future landscapes: opportunities and challenges. *New Forests*, 46 (5–6). 615–644.
7. Katoria D., Sehgal D., Kumar S. (2013). Environment Impact Assessment of Coal Mining. *International Journal of Environmental Engineering and Management*, 4(3). 245-250. [https://www.ripublication.com/ijeem\\_spl/ijeemv4n3\\_14.pdf](https://www.ripublication.com/ijeem_spl/ijeemv4n3_14.pdf)
8. Grunewald K., Li J., Xie G., Kümper-Schlake L. (2017). Towards Green Cities Urban biodiversity and ecosystem services in China and Germany. *Springer*, Berlin.