

ВИБІР МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ФІТОТОКСИЧНИХ ВІДВАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

¹ Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

² «ЕПАМ Діджитал»

Анотація

Під час аналізу природного заростання шахтного відвалу як діагностичного показника для вибору методу рекультивациі використовували індекс вегетації (NDVI). Це дозволило виявити чітку диференціацію відвалу на дві зони: з рослинним покривом і фітотоксичний субстрат, на якому рослинність не відновлюється. Окрім методів дистанційного зондування Землі, для загальної оцінки та підтвердження результатів застосували комплекс польових і лабораторних досліджень: ботанічних, ландшафтних, картографічних і ґрунтознавчих. Оскільки загальний рівень покриття відвалу рослинністю становить 33%, причому більша частина рослинного покриву зосереджена на одній ділянці (понад 80% її території), а інша частина залишається фітотоксичною, пропонується диференційований підхід для вирішення цієї проблеми. Зокрема, на фітотоксичній частині рекомендується проведення повної меліорації з нанесенням родючих та потенційно родючих порід (глини, супіски, піски) на субстрати, де покриття рослинністю становить менше 20%. Для ділянок з природним рослинним покривом – точкова меліорація в місцях, де заростання не відбулося. Дослідження підтвердили, що використання ГІС-технологій для вибору методів рекультивациі фітотоксичних відвалів шахтних порід є високоефективним. Це підтверджується польовими та лабораторними загальнобіологічними й екологічними дослідженнями. ГІС-технології також надають додаткову інформацію про характеристики відвалів і прилеглих територій.

Ключові слова: діагностика методу рекультивациі, нормалізований вегетаційний індекс (NDVI), стратегії рекультивациі.

Abstract

During the analysis of natural overgrowth on a mine dump as a diagnostic indicator for selecting a reclamation method, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was used. This made it possible to identify a clear differentiation of the dump into two zones: one with vegetation cover and another with a phytotoxic substrate where vegetation does not regenerate. In addition to remote sensing methods, a set of field and laboratory research methods were applied to provide a general assessment and confirm the results. These included botanical, landscape, cartographic, and soil studies. Since the overall vegetation cover of the dump is 33%, with the majority of vegetation concentrated in one area (covering more than 80% of its territory), while the rest of the area consists of phytotoxic materials that create unfavorable growing conditions, a differentiated approach is proposed to address the problem. Specifically, in the phytotoxic area, comprehensive reclamation is recommended by applying fertile and potentially fertile materials (such as clay, loam, sandy loam, and sand) onto the phytotoxic substrates where the vegetation cover is less than 20%. In areas with vegetation cover, localized reclamation should be conducted in spots where natural overgrowth has not occurred. The research confirmed that the use of GIS technologies to select reclamation methods for phytotoxic mine dumps is highly effective. This is supported by field and laboratory biological and ecological studies. Additionally, GIS technologies provide supplementary information about the characteristics of the dump and its surrounding areas.

Keywords: diagnosis of the reclamation method, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), reclamation strategies.

Вступ

Сучасні технології видобутку та переробки вугілля призводять до значних змін у природному середовищі, які проявляються у виснаженні та забрудненні поверхневих і підземних вод, забрудненні повітря шкідливими викидами, порушенні земель через гірничодобувну діяльність та зайняті земель для розміщення відвалів відходів [1, 2].

Станом на 2020 рік інвентаризація шахт України налічувала 148 шахт, проте видобуток вугілля фактично ведеться лише на 47 шахтах. Інші шахти розташовані на тимчасово окупованих територіях,

і деякі припинили свою діяльність. Відходи шахт мають екологічно шкідливі властивості: дуже важкий гранулометричний склад, високу кислотність і загальний вміст сірки, значну кількість рухомого алюмінію та сульфат-іонів, що призводить до засолення відходів сірчаноокислим алюмінієм та інших фітотоксичних умов [3].



Рис. 1. Фітотоксичний відвал шахти «Західно-Донбаська».

Оптимізація техногенних ландшафтів передбачає створення ґрунтово-екологічних умов на деградованих територіях, які відповідають біологічним особливостям та екологічним потребам рослин, з урахуванням зоо- та мікробіоценотичних компонентів відповідно до їхнього цільового використання. На основі цього увага зосереджується, насамперед, на вивченні характеру та джерел деградації земель, а також ступеня їх деградації, і розробці технологій рекультивації земель із певними властивостями для різних функціональних цілей (лісове господарство, сільське господарство, рекреація тощо) [4].

Метою роботи було використання методів дистанційного зондування землі для обстеження фітотоксичного відвалу (на прикладі шахти Західно-Донбаська, ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля») з цілю визначення необхідності та доцільності його біологічної рекультивації.

Результати дослідження

Комплексні дослідження були проведені в районі запланованої діяльності шахти «Західно-Донбаська», Тернівського шахтоуправління, ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», яка розташована в Західному Донбасі, Павлоградському районі Дніпропетровської області.

Шахта «Західно-Донбаська» управляє плоским відвалом, який був введений в експлуатацію у 1979 році та розширений у 2000 році. Його територія поділена на три частини: плато – верхня частина, яка є плоскою і знаходиться на різних висотах, утворюючи чотири великі багаторівневі секції та три середні багаторівневі секції, загальною площею близько 23 гектарів. Схили – бічні ділянки, які

нахилені під кутом від 37 до 39 градусів і можуть варіюватися по висоті від кількох метрів до кількох десятків метрів. Підніжжя – ділянка перед відвалом, що займає 4,1 гектара, уздовж і вгору по відвалу пролягає дорога.

Для визначення природного заростання відвалу використовувалися ГІС-технології, методи дистанційного зондування та інвентаризації видів. Було застосовано комплекс польових і лабораторних методів досліджень, включаючи ботанічні, ландшафтні, картографічні та ґрунтознавчі методи [4]. Матеріали збиралися за допомогою стандартних сучасних методик досліджень. Під час вивчення рослинності застосовували загальноприйняті методи для ідентифікації та опису видового і ценотичного складу рослинності [5, 6].

Дистанційний моніторинг об'єкта дослідження проводився за допомогою платформи QGIS. Цей інструмент з відкритим доступом для супутникових спостережень дозволяє здійснювати пошук, обробку та отримання інформації із супутникових даних для вирішення різних геологічних питань. Дані зображень оброблялися за допомогою програмного забезпечення Quantum GIS. Для атмосферної та радіометричної корекції зображень використовувався плагін Semi-Automatic Classification Plugin. Результати оброблялися та інтерпретувалися за допомогою нормалізованого вегетаційного індексу (NDVI).

Станом на осінь 2023 року обстеження відвалу шахти «Західно-Донбаська» виявило, що площа основи відвалу становить 25,8 гектара, його форма є плоскою, максимальна висота – 60 метрів, об'єм відкладених порід – 7 383 000 кубічних метрів. Кут нахилу на насипній зоні по периметру становить 37-39°, зольність – 86,3%, вміст сірки – 0,41%, насипна щільність – 2400 кг/м³. Тепловий стан – той, що не горить. Робочий стан – діючий.

Згідно з пунктом 5.1 СОУ-Н 10.1-05420037-001:2007 «Правила проведення біологічної рекультивациі породних відвалів вугільних шахт України» [7], роботи з біологічної рекультивациі мають проводитися, якщо на відвалі немає рослинності або якщо проективне покриття рослинністю менше 80%.

Враховуючи природну рослинність як діагностичний показник для вибору методу рекультивациі, були використані значення індексу вегетації (NDVI) (рис. 2). Це дозволило виявити різку диференціацію відвалу на дві зони: 1) з рослинним покривом і 2) фітотоксичний субстрат. Для зони 1 середнє значення NDVI становить 0,23 (діапазон: 0,01-0,55). Широкий діапазон значень NDVI вказує на нерівномірне покриття рослинністю. Середнє значення NDVI для зони 2 становить 0,07 (діапазон: 0,03-0,10), що підтверджує відсутність рослинного покриву. Таким чином, було встановлено, що природне заростання відвалу є нерівномірним і покриває 10,3 гектара, що становить 33% від загальної площі.



Рис. 2. А) візуалізація відвалу шахти на основі індексу рослинності NDVI. Б) ділянка 1- частина відвалу з рослинним покривом. В) ділянка 2 - частина без рослинного покриву

Рослинний покрив на ділянці 1 представлений деревами та кущами, які ростуть як окремо, так і в невеликих групах (з висотою від 1 до 12 метрів) [8, 9]. Трав'яний покрив складається з невеликих ділянок піонерних рудеральних рослин із простими структурами, які можуть з'являтися в міжбугрових пониженнях з накопиченим елювієм або в зонах, де накопичуються опади і продукти змиву. Процент покриття на схилах варіюється від 10% до 30% і залежить від кута нахилу, ступеня ерозії, вивітрювання, накопичення дрібного ґрунту та впливу технологічних процесів. Загалом, площа рослинного покриву в цій ділянці перевищує 80%, і, за потреби, може вимагати точкової рекультивациі у певних місцях.

Висновки

Дослідження показали, що використання дистанційних методів зондування землі для вибору способів рекультивації фітотоксичних відвалів, складованих шахтними породами, є високоефективним. Це підтверджується як польовими, так і камеральними загальнобіологічними та екологічними дослідженнями, які також надають додаткову інформацію про характеристики відвалу та прилеглої території.

Було встановлено, що на відвалі шахти Західно-Донбаська необхідно проводити біологічну рекультивацію, оскільки більша частина території позбавлена рослинності. Загальне проективне покриття рослинами на відвалі становить 33%, при цьому основна частина покриття зосереджена на ділянці 1 (більше 80% її території), тоді як інші площі займають фітотоксичні породи, що створюють несприятливі умови для росту рослин.

Рекомендується застосувати диференційований підхід до рекультивації. На ділянці 2 слід провести корінну меліорацію з нанесенням родючих і потенційно родючих порід (глин, суглинків, супісків, пісків) на фітотоксичні субстрати, оскільки проективне покриття тут менше 20%. На ділянці 1 необхідно здійснити точкову корінну меліорацію в місцях, де природне заростання не відбулося.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Masiuk O., Novitskyi R., Napich H., Chubchenko Ye. Elements of Assessment of the Anthropogenic Impact of a Coal Mining Mine on the Site of the Emerald Network Using Methods of Remote Sensing of the Earth. International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023», Oct 2023, Volume 2023, p.1 - 5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510007>
2. Novitskyi, R., Masiuk, O., Napich, H., Pavlychenko, A., and Kovalenko, V. Assessment of coal mining impact on the geoeological transformation of the Emerald Network Ecosystem. *Nauk. Visn. Nat. Hirn. Univ.* 6, 2023. 107–112. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-6/107>
3. Масюк А.Н. Особенности диагностики почвообразования на рекультивированных землях А.Н. Масюк // Тезисы докл. III делегат. съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР 11 – 14 сентября 1990 года. Почвоведение. – Х.: УкрНИИ почвоведения и агрохимии, 1990. – С. 109 – 111.
4. Masiuk O., Masiuk V., Dziuman V. The use of GIS technologies in determining the method of reclamation for phytotoxic mine waste dumps. International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2024», Oct 2024, Volume 2024, p.1 <https://openreviewhub.org/geoterrace/paper-2024/use-gis-technologies-determining-method-reclamation-phytotoxic-mine-waste>
5. Baranovski, B., Roschina, N., Karmyzova, L., & Ivanko, I. Comparison of commonly used ecological scales with the Belgard Plant Ecomorph System. *Biosystems Diversity.* – 2018 – 26(4), 286–291. doi:10.15421/011843
6. Baranovski, B. A., Karmyzova, L. A., Dubyna, D. V., & Shevera, M. V. Bioecology and hemeroby of flora species in the Northern Steppe Dnipro Region. *Biosystems Diversity.* – 2023 – 31(4), 548–577. doi:10.15421/012365
7. В. Г. Башкатов, В. Т. Вовк, О. З. Глухов СОУ-Н 10.1-05420037-001:2007 «Правила проведення біологічної рекультивації породних відвалів вугільних шахт України». Київ, Мінвуглепром України, 2007. С. 30
8. Масюк А. Н. Анализ первичной продуктивности насаждений робинии лжеакации на рекультивированных землях степного Приднепровья. // *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія.* Випуск 14, т.2., № 3, Вид-во Дніпропетр. ун-ту. Д. 2006. – С. 118-125.
9. Масюк О. М. Особенности формирования корневой системы робинии лжеакации в разных лесорастительных условиях, созданных на рекультивированных землях // *Грунтознавство.* – 2009. – Т. 10, № 1-2 (14). – С. 65-70.

Масюк Олександр Миколайович — кандидат біологічних наук, доцент кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. almas63636@gmail.com

Дзюман Володимир Вікторович — фахівець з комп'ютерної графіки «ЕПАМ Діджитал» volodymyr.dziuman@gmail.com

Masiuk Oleksandr — PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Geobotany, Soil Science, and Ecology, Oles Honchar Dnipro National University. email: almas63636@gmail.com

Volodymyr Dziuman — Computer Graphics Specialist at EPAM Digital. email volodymyr.dziuman@gmail.com