
ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ СТАНУ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ Й ЗЕМЕЛЬ, ПРИЛЕГЛИХ ДО БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС, ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЇХ ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Н.А. КОЛЕСНИК,

кандидат технічних наук

ORCID 0009-0004-2991-2924

E-mail: kolesniknatalka@gmail.com

К.С. КОЛОМІЄЦЬ,

здобувач,

E-mail: kuricnua110215@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. На сьогоднішній день важливим завданням для України є оцінка стану земель, що зазнають руйнувань і забруднень від бойових дій та їх відновлення.

Використання геоінформаційних систем та комплексних аналітичних методів неодноразово довело свою ефективність. В даному дослідженні ГІС-технології використовуються для картографування стану земель навколо Бурштинської ТЕС з метою вивчення техногенного навантаження на них.

На основі даних дистанційного зондування Землі, а саме супутникових знімків, аналітичних картографічних джерел і наукових публікацій побудовано тематичні картосхеми, а саме картосхему ґрунтів, три картосхеми забруднення ґрунтів важкими металами (мідь, свинець, кобальт), картосхему угідь. Вказані картосхеми розроблені у середовищі QGIS та оформлені відповідно до стандартів.

У межах зони впливу Бурштинської ТЕС встановлено наявність відмінних типів ґрунтів, які по-різному реагують на техногенне навантаження. Аналіз просторового розподілу важких металів дозволив чітко визначити зони накопичення забруднювачів. Це дозволить сформувати екологічно безпечне землекористування.

Результати дослідження можуть бути використані для планування екологічного зонування, управління деградованими землями та розробки програм сталого розвитку після припинення діяльності Бурштинської ТЕС.

Ключові слова: Бурштинська ТЕС, екологія, стан земель, ґрунти, ГІС-технології, картографування, техногенне навантаження.

Постановка проблеми

У сучасних умовах повномасштабної війни особливої актуальності набуває завдання комплексної оцінки стану земель, що зазнають впливу військових дій, а також забезпечення екологічної безпеки населення.

Вплив детонації боєприпасів призводить до потрапляння у ґрунти токсичних речовин, що призводить до зниження або повної втрати родючості, деградації ґрунтового покриву, неможливості використання таких територій для сільськогосподарських цілей, зокрема випасу худоби, та обмежує їх подальше господарське освоєння. Крім того, це негативно впливає на стан водних екосистем, атмосфери та призводить до змін ландшафту.

Руйнування промислових і цивільних об'єктів також є негативним фактором для екології через вивільнення небезпечних речовин у навколишнє середовище. В роботі виконується аналіз змін екологічної ситуації регіону в результаті припинення роботи Бурштинської ТЕС після її руйнування. Порівняння та аналіз взаємозв'язку між забрудненням ґрунтів, спричиненим роботою ТЕС та воєнними діями, планується здійснити у подальших дослідженнях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Одним з об'єктів, що зруйновано внаслідок воєнних дій є Бурштинська ТЕС, яка до початку повномасштабної війни була найбільшою електростанцією на заході України. До 2022 року Бурштинська ТЕС забезпечувала енергопостачання трьох областей Західної України (Закарпатської, Івано-Франківської та Львівської), а

також здійснювала експорт електроенергії до Угорщини та Словаччини.

Проаналізувавши дані Головного управління статистики Івано-Франківської області, в 2022 році обсяг викидів шкідливих речовин у повітря від стаціонарних джерел становив 152,3 тис. тон, що на 11,6 % менше, ніж у 2021 році. Частка викидів ТЕС становила 87,8 % від усіх стаціонарних джерел області [1].

Викиди діоксид вуглецю (основний парниковий газ, пов'язаний зі зміною клімату) у 2022 році досягли 10,1 млн. тон, що на 15,8 % нижче порівняно з попереднім роком [1].

Ще однією актуальною проблемою залишається забруднення водних об'єктів регіону. Основними причинами забруднення є промислові та побутові стоки, однак останніми роками простежується зменшення обсягів скидів у водойми, що пов'язано зі скороченням споживання води підприємствами [1].

Позитивним моментом є зменшення рубки лісів порівняно з 2021 роком. У 2022 році рубки проводилися на площі 18,9 тис. га, а загальний обсяг заготовленої деревини склав 589 тис. м³. Лісовідновлювальні заходи здійснено на 1,7 тис. га, з них 720 га засаджено новими культурами, а на 989 га відбулося природне поновлення [1].

Одним із головних позитивних ефектів для екології Івано-Франківської та прилеглих Львівської та Тернопільської областей, які потрапляють в зону впливу Бурштинської ТЕС, стало зникнення прямих викидів. Так, після зупинки роботи ТЕС рівень забруднення повітря в радіусі 5 км скоротився більш ніж на 70 % (за даними спостереження у Бурштині та Дем'янові) [2].

Однак важливо розуміти, що раніше накопичені забруднювачі залишаються у ґрунтах і на поверхні споруд, а в сухий сезон вони можуть повторно потрапляти в атмосферу у вигляді пилу. Таким чином, зрозуміло що зупинка роботи станції не означає повного припинення циркуляції токсикантів, а природне самоочищення ґрунтів є дуже повільним процесом, який може тривати десятиліттями без спеціальних меліоративних заходів.

Мета дослідження. На сьогоднішній день зупинка Бурштинської ТЕС створила сприятливі передумови для екологічної стабілізації регіону, проте через повільні процеси відновлення виникають нові завдання [3].

Одним з ключових завдань є рекультивация деградованих земель, посилення лабораторного контролю за станом ґрунтів у житлових зонах, екозонування та обмеження небезпечних ділянок для сільськогосподарського використання.

Таким чином, виникає необхідність створення картосхеми ґрунтів, картосхеми угідь прилеглої території навколо Бурштинської ТЕС та картосхеми стану земель (наприклад, забруднення ґрунтів важкими металами). В подальшому отриманні результати можна використовувати для розробки заходів відновлення. Таким чином картографування земель прилеглих до Бурштинської ТЕС є головним завданням нашого дослідження.

Матеріали і методи наукового дослідження

Для просторового аналізу стану земель ми використовували геоінформаційні технології, результати відомих наукових досліджень, супутникові знімки та аналітичні карто-

графічні матеріали. Завданням було створення багатошарової картографічної моделі у межах 30-кілометрової зони навколо Бурштинської ТЕС (70650 га) для подальшого визначення рівня техногенного навантаження на земельні ресурси та особливості структури землекористування.

Основним інструментом для побудови картосхем було використано програмне забезпечення QGIS, що дало змогу працювати з растровими шарами, виконувати векторизацію меж, класифікацію територій та формування тематичних шарів. Класифікація угідь за даними супутникових знімків виконувалась візуально автором та за публічною кадастровою картою (Kadastr live). Усі зображення пройшли попереднє опрацювання, оцифрування та адаптацію для інтеграції у ГІС-середовище.

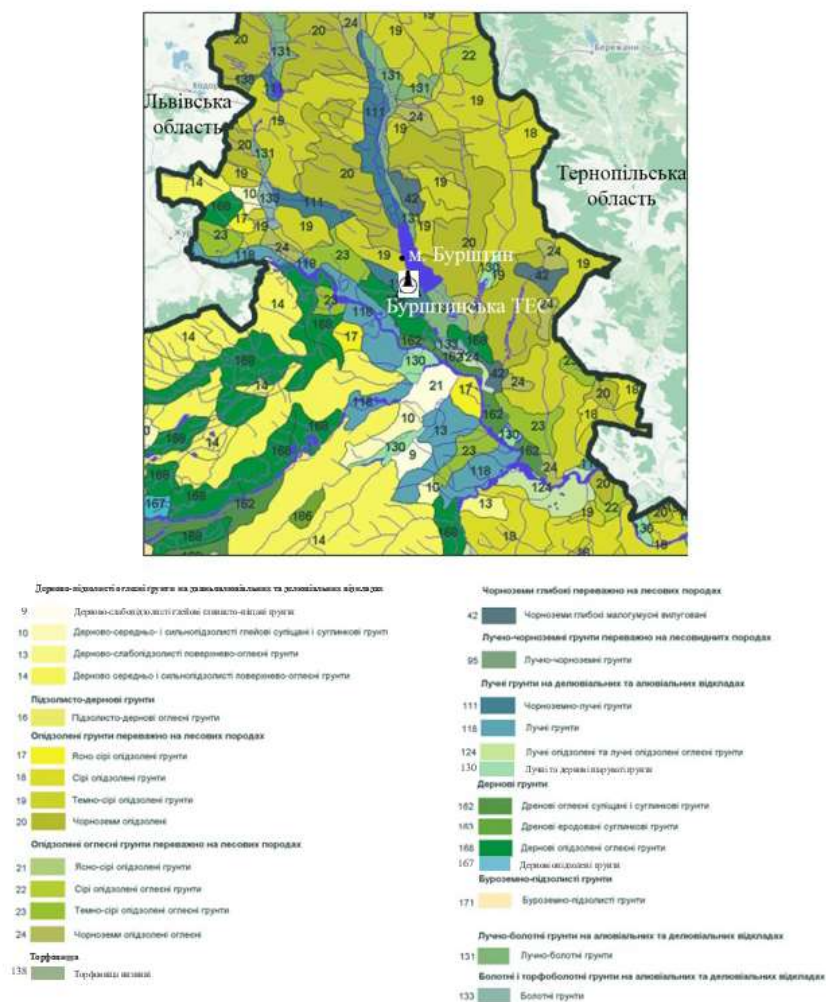
Кожна картосхема оформлена відповідно до вимог: містить легенду та умовні позначення. Підсумкові зображення збережені у форматі PNG для презентацій та PDF для друку.

Результати дослідження та їх обговорення

Для оцінки стану земель, прилеглих до Бурштинської ТЕС, було створено тематичну картосхему ґрунтів шляхом оцифрування та дешифрування матеріалів дисертаційного дослідження Приходька М.М. [4] (рис. 1).

У 30-кілометровій зоні було виділено щонайменше шість основних типів ґрунтів, які відрізняються за фізико-хімічними характеристиками і, відповідно, за рівнем чутливості до техногенного навантаження.

За результатами дешифрування на розглянутій території встановлено три групи ґрунтового покриття:



талів, знижуючи їхню рухомість.

3. Оглеєні ґрунти та торфовища (близько 12% території, ≈ 8480 га). Спостерігаються головним чином у пониженнях рельєфу та заплавах річок. Вони відзначаються надлишковим зволоженням і значною сорбційною здатністю, водночас – високою мобільністю розчинних сполук. В умовах зміни гідрологічного режиму вони можуть ставати вторинними джерелами забруднення, що може призвести до додаткової екологічної небезпеки [4-7].

Таким чином, на підставі просторового аналізу територію поділено на наступні екологічні зони:

- зона підвищеного ризику – території з легкими, кислими ґрунтами, відкритими до атмосферного впливу;
- стабільна буферна зона – ґрунти лісових і лучних типів із високою відновною здатністю;
- зона затримання і вторинної міграції – оглеєні ґрунти та торфовища у знижених ділянках рельєфу.

Багаторічна експлуатація Бурштинської ТЕС припускає накопичення важких металів у ґрунтах [8]. Тому було прийнято рішення виконати картографування забруднення ґрунтів у 30-кілометровій зоні.

У дослідженні розглядалися свинець (Pb), мідь (Cu) та кобальт (Co), оскільки саме вони найчастіше зустрічаються у золі бурого вугілля, який використовували на ТЕС.

При створенні тематичних усереднених картосхем були використані цифрові дані наукових досліджень [4], адаптованих у середовищі QGIS, що лягли в основу аналітичного моделювання.

На рис. 2 представлено картосхему забруднення ґрунтів міддю. Зона

підвищеного забруднення спостерігається в радіусі 1,5–2 км від ТЕС. Максимальні концентрації фіксуються на ґрунтах із низькою буферною здатністю та високою кислотністю. Рівень Cu перевищує гранично допустимі концентрації у 1,3–1,5 рази, що в першу чергу негативно впливає на орні землі та пасовища, оскільки на них відсутній захисний рослинний покрив. Навіть на відстані 4–5 км від ТЕС концентрація міді зберігається на верхній межі норми.

На рис. 3 показано усереднений розподіл свинцю, рівень забруднення яким є відносно стабільним без перевищення нормативних показників. Концентрації коливаються у межах 13–18 мг/кг, що нижче за ГДК (30 мг/кг), але свідчить про поступове накопичення у верхньому шарі ґрунтів. Найбільші показники зафіксовано на відкритих площах.

На картосхемі розподілу кобальту (рис. 4) спостерігається рівномірний вміст Co без локальних аномалій. Його концентрації сягають у середньому 13 мг/кг і не перевищують ГДК (50 мг/кг). Це підтверджує, що навіть у зоні прямого впливу ТЕС накопичення кобальту має фоновий характер і пов'язане переважно з геологічними особливостями ґрунтів.

Таким чином, можна зробити висновки, що свинець і мідь найбільш істотно впливають на стан земель і через це виникає необхідність постійного моніторингу та регламентації землекористування.

Ландшафт також істотно впливає на міграцію поллютантів. Вододільні рівнини та відкриті землі (рілля, пасовища) є найбільш вразливими до накопичення і поширення забруднень. Натомість схили та заліснені території зберігають бар'єрну функ-

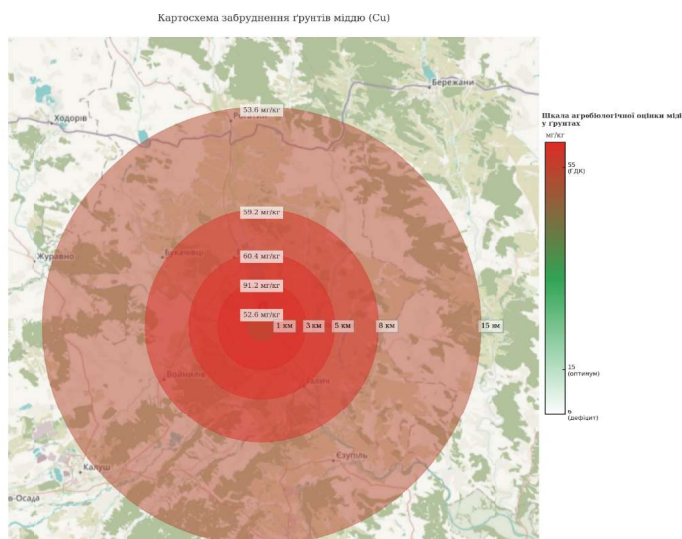


Рис. 2. Картосхема забруднення міддю в межах 15 км від Бурштинської ТЕС за даними [4]

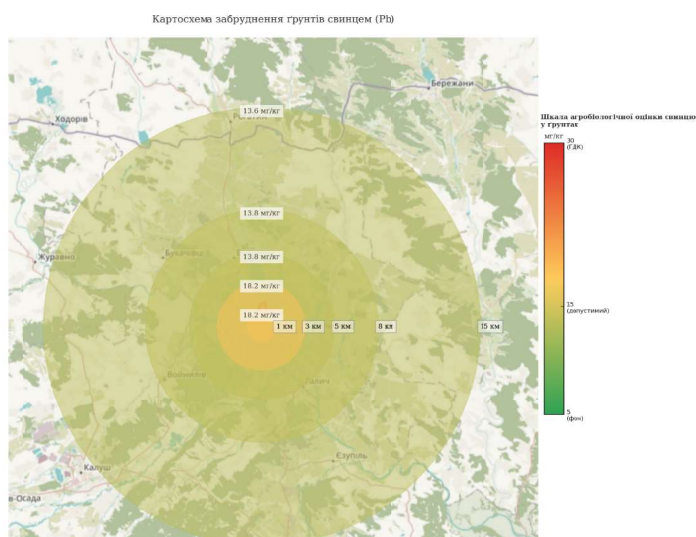


Рис. 3. Картосхема забруднення свинцем у межах 15 км зони від Бурштинської ТЕС за даними [4]

цію, затримуючи пилові частинки та частково перешкоджаючи потраплянню забруднювачів у ґрунтове середовище [9].

На основі супутникових знімків за 02.05.2025 рік авторами було укладено картосхему землекористування в 10-кілометровій зоні (рис. 5). Використано супутниковий знімок Sentinel-2

(L2A, атмосферно скоригований), відображений у природних кольорах (True Color), з візуалізацією на масштабі, що відповідає висоті 3 км.

За результатами аналізу картосхем вмісту свинцю, міді й кобальту у поєднанні з картосхемою угідь можна виділити три концентричні зони ризику:

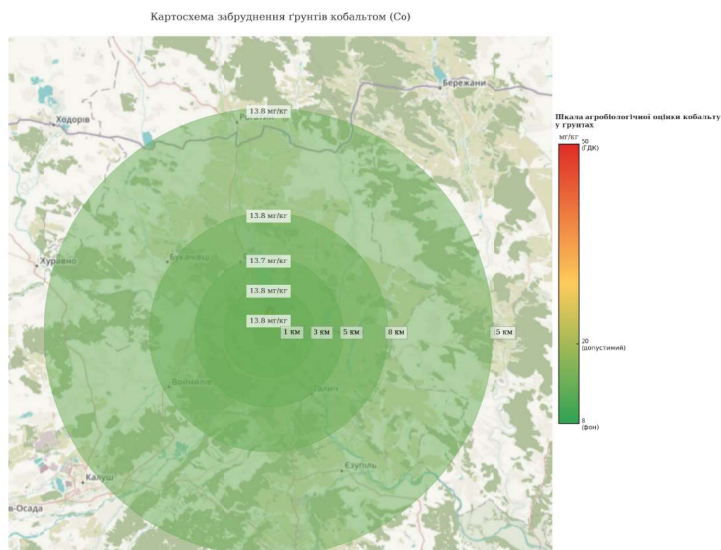


Рис. 4. Картошхема забруднення кобальтом у межах 15 км від Бурштинської ТЕС за даними [4]

Картошхема використання земель
в 10км зоні від Бурштинської ТЕС Івано-Франківської області

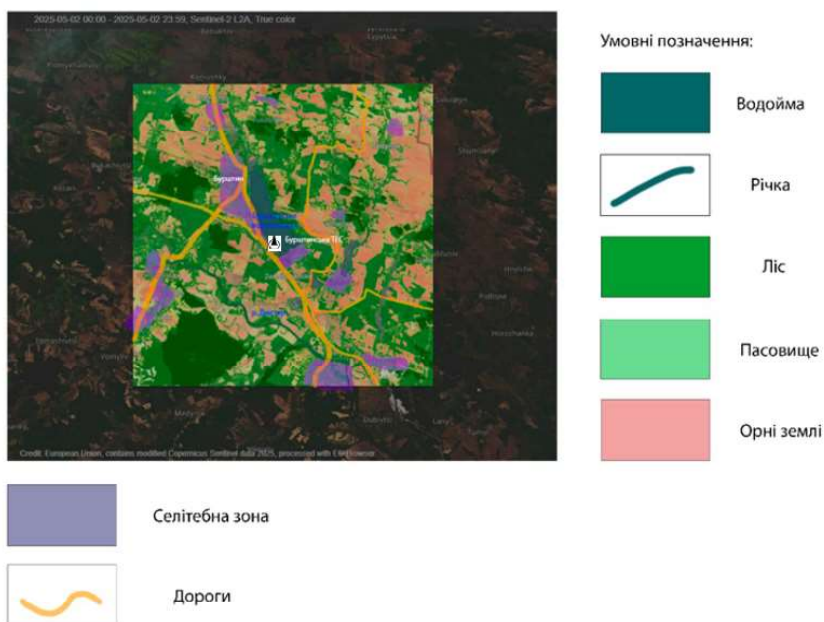


Рис. 5. Картошхема використання земельних ресурсів у зоні впливу Бурштинської ТЕС створена на основі супутникових знімків

1) критична зона (0–2 км) – місто Бурштин, його південні околиці та села Дем'янів і Новий Мартинів. Тут зафіксовано стійкі перевищення ГДК за свинцем, порушена структура ґрунтів та деградовані землі.

2) зона екологічної напруги (2–5 км) – охоплює частини сіл Задністрянське, Кукільники, Озеряни. У ґрунтах відзначається підвищення концентрацій металів до критичних значень, особливо в заплавах річок та на сіножатях.

3) зона помірного впливу (5–10 км) – спостерігаються тенденції до накопичення поллютантів, проте в основному в межах фонових рівнів.

Така зональність підтверджує модель гравітаційного розсіювання забруднювачів, за якою найбільша кількість токсикантів осідає у безпосередній близькості до джерела, особливо за умов підвищеної вологості, інверсій повітря та південно-західних вітрів.

Загалом понад 12 сіл перебувають у різних ступенях ризику, і на частині з них уже фіксується зниження якості життя.

В результаті дослідження можна дати деякі рекомендації для зменшення загроз: запровадити локальні плани екологічної безпеки; створити «екопаспорт» території громад; провести інвентаризацію ґрунтів із перевищенням ГДК; розробити механізми компенсаційних заходів для власників деградованих земель.

Висновки і перспективи

Результати просторового аналізу земель свідчать про значні відмінності у рівні техногенного впливу в межах 30-кілометрової зони навколо Бурштинської ТЕС, однак вони не є остаточно втраченими для господар-

ського використання. Значні площі все ще зберігають потенціал для екологічно збалансованого використання за умови грамотного зонування та застосування природоорієнтованих рішень. Повторне використання земель можливе за умов узгодженої співпраці органів місцевого самоврядування, науковців і громади, системного екологічного моніторингу та реалізації локальної стратегії відновлення і адаптивного землекористування.

Таким чином, інтеграція даних наукових джерел, картографічних матеріалів та супутникових зображень забезпечила повноцінну просторову візуалізацію та дає підстави для практичного застосування результатів дослідження в регіональному управлінні природними ресурсами

Список використаної літератури

1. Звіт про стратегічну екологічну оцінку Програми економічного і соціального розвитку Івано-Франківської області на 2024 рік. Івано-Франківськ. 2023. URL: <https://www.if.gov.ua/strategichna-ekologichna-ocinka/zvit-pro-strategichnu-ekologichnu-ocinku-proektiv-dokumentiv>
2. Генерація Бурштинська ТЕС. URL: <https://join.dtek.com/ua/burstinska-tes/>
3. Коломієць К.С., Колеснік Н.А. Вплив теплоелектростанцій на екологію та перспективи «зеленої енергетики» для України. Збірка наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, студентів та аспірантів GeoPOINT 2025: «Землеустрій і топографічна діяльність в умовах війни та післявоєнного відновлення і зміни клімату». Київ, 2025. С. 97-99.
4. Приходько М. М. Оцінка антропогенного впливу на природне середовище та обґрунтування геоекологічних засад раціонального природокористування в

- Івано-Франківській області. Дисертація на здобуття ступеня кандидата наук. 2005. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0405U004641>
5. Адаменко Я. О., Приходько М. М., Головчак В. Ф. Програма охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області до 2015 року. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2012. №1. С. 4-14. URL: <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/2343?locale=ru>
 6. Адаменко Я.О. Оцінювання впливу золовідвалу Бурштинської ТЕС на стан ґрунтових вод. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2019. № 2 (20). С. 62-75. URL: [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2\(20\)-62-75](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2(20)-62-75)
 7. Адаменко Я.О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Івано-Франківськ. 2006. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0506U000653>
 8. Кошлак Г. В. Екологічна небезпека техногенного забруднення ґрунтів важкими металами для територій впливу Бурштинської ТЕС. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2019. №2(20). С. 7-15. DOI: 10.31471/2415-3184-2019-2(20)-7-15
 9. Чичул Х-ММ., Семчук Я. М., Лялюк-Вітер Г. Д. Оцінка антропогенного перетворення ландшафту в зоні впливу підприємства Бурштинська ТЕС ПАТ"ДТЕК Західенерго". *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2021. № 2(22). С. 25-31. DOI 10.31471/2415-3184-2020-2(22)-25-31
 10. sial'noho rozvytku Ivano-Frankivs'koyi oblasti na 2024 rik. Ivano-Frankivsk. 2023. Availabte at: <https://www.if.gov.ua/strategichna-ekologichna-ocinka/zvit-pro-strategichnu-ekologichnu-ocinku-proektiv-dokumentiv>
 2. Heneratsiya Burshtyns'ka TES. URL: <https://join.dtek.com/ua/burstinska-tes/>
 3. Kolomiyets, K., Kolesnik, N. (2025). Vplyv teploelektrostantsiy na ekolohiyu ta perspektyvy «zelenoyi enerhetyky» dlya Ukrainy. [The impact of thermal power plants on the environment and the prospects of "green energy" for Ukraine]. Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Students and Postgraduates GeoPOINT 2025: "Land management and topographic activity in conditions of war and post-war recovery and climate change". Kyiv. 97-99.
 4. Prykhodko, M. (2005). Otsinka antropohennoho vplyvu na pryrodne seredovyshche ta obgruntuvannya heoekolohichnykh zasad ratsional'noho pryrodokorystuvannya v Ivano-Frankivs'kiy oblasti. [Assessment of anthropogenic impact on the natural environment and substantiation of geoecological principles of rational nature management in Ivano-Frankivsk region]. Dissertation for the degree of candidate of sciences. Availabte at: <https://uacademic.info/ua/document/0405U004641>
 5. Adamenko, Ya., Prykhodko, M., Holovchak, V. (2012). Prohrama okhorony navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyshcha v Ivano-Frankivs'kiy oblasti do 2015 roku. [Environmental Protection Program in Ivano-Frankivsk region until 2015]. *Ecological safety and balanced resource use*. 1. 4-14. Availabte at: <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/2343?locale=ru>
 6. Adamenko, Ya. (2019). Otsinyuvannya vplyvu zolovidvalu Burshtyns'koyi TES na stan gruntovykh vod. [Assessment of the impact of the ash dump of Burshtyn TPP on the

References

1. Zvit pro stratehichnu ekolohichnu ot-sinku Prohramy ekonomichnoho i sot-

- state of groundwater]. *Ecological safety and balanced resource use*. 2 (20). 62-75. Available at: [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2\(20\)-62-75](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2(20)-62-75)
7. Adamenko, Ya. (2006). Otsinka vplyviv tekhnohenko nebezpechnykh ob'ektiv na navkolyshnye seredovyshe: naukovy teoretychni osnovy, praktychna realizatsiya. [Assessment of the impacts of technogenically hazardous objects on the environment: scientific and theoretical foundations, practical implementation]. Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. Ivano-Frankivsk. Available at: <https://uacademic.info/ua/document/0506U000653>
8. Koshlak, G. (2019). Ekolohichna nebezpeka tekhnohennoho zabrudnennya gruntiv vzhkymy metalamy dlya terytoriy vplyvu Burshtyns'koyi TES. [Ecological hazard of technogenic soil pollution with heavy metals for the areas of influence of Burshtynskaya TPP]. *Ecological safety and balanced resource use*. 2(20). 7-15. DOI: 10.31471/2415-3184-2019-2(20)-7-15
9. Chychul, Kh-MM., Semchuk, Ya., Lyaluk-Viter, G. (2021). Otsinka antropohennoho peretvorenniya landshaftu v zoni vplyvu pidpryyemstva Burshtyns'ka TES PAT "DTEK Zakhidenerho". [Assessment of anthropogenic transformation of the landscape in the zone of influence of the Burshtynskaya TPP PJSC "DTEK Zakhidenergo"]. *Environmental safety and balanced resource use*. 2(22). 25-31. DOI 10.31471/2415-3184-2020-2(22)-25-31
-

Kolesnik N., Kolomiets K.

GEOINFORMATION MAPPING OF THE SOIL COVER AND LAND ADJACENT TO THE BURSHTYN TPP, AND RECOMMENDATIONS FOR THEIR ENVIRONMENTALLY BALANCED USE

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 2'25: 78-87.

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2025.02.07>

Abstract. Today, an important task for Ukraine is to assess the condition of land damaged and contaminated by military operations and to restore it.

The use of geographic information systems and comprehensive analytical methods has repeatedly proven its effectiveness. In this study, GIS technologies are used to map the condition of land around the Burshtyn Thermal Power Plant in order to study the anthropogenic load on it.

Based on remote sensing data, namely satellite images, analytical cartographic sources and scientific publications, thematic maps have been constructed, namely a soil map, three maps of soil contamination with heavy metals (copper, lead, cobalt), and a land map. These maps were developed in the QGIS environment and designed in accordance with standards.

Within the zone of influence of the Burshtyn TPP, various types of soils have been identified that react differently to anthropogenic load. Analysis of the spatial distribution of heavy metals has made it possible to clearly identify areas of pollutant accumulation. This will allow for the formation of environmentally safe land use.

The results of the study can be used for environmental zoning planning, degraded land management, and the development of sustainable development programmes after the Burshtyn TPP ceases operations.

Keywords: Burshtyn TPP, ecology, land condition, soils, GIS technologies, cartography, anthropogenic load.