

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет землевпорядкування

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри геодезії
та картографії**

_____ **Іван КОВАЛЬЧУК**

« _____ » _____ **2025 р.**

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: Картографування стану земель території прилеглий до
Бурштинської ТЕС Івано-Франківської області**

Спеціальність – 193 «Геодезія та землеустрій»

Гарант освітньої програми

«Геодезія та землеустрій»,

д. геогр. н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

_____ **Іван КОВАЛЬЧУК**

(підпис)

Керівник бакалаврської

кваліфікаційної роботи,

К.Т.Н.

(науковий ступінь та вчене звання)

_____ **Наталія КОЛЕСНИК**

(підпис)

Виконала

_____ **Катерина КОЛОМІЄЦЬ**

(підпис)

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет землевпорядкування**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри геодезії
та картографії

_____ **Іван КОВАЛЬЧУК**

« ____ » _____ **2025 р.**

**ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Коломієць Катерини Сергіївни

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»;

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: Картографування стану земель території прилеглий до Бурштинської ТЕС Івано-Франківської області;

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 18.11.2024 року №2063 «С»;

Термін подання завершеної роботи на кафедру: за 10 днів до захисту;

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи:

1. Картосхема ґрунтів Івано-Франківської області;
2. Вміст токсичних елементів у ґрунтах у зоні викидів Бурштинської ТЕС;
3. Супутникові знімки EO Browser.

Перелік питань, що потрібно розробити:

1. Провести аналіз нормативно-правової бази у сфері землеустрою та екологічної безпеки;
2. Вивчити теоретичні засади картографування стану земель;
3. Зібрати та проаналізувати дані про екологічний стан земель, прилеглих до Бурштинської ТЕС;
4. Розробити схеми картографування;
5. Запропонувати рекомендації щодо відновлення та раціонального використання земель.

Дата видачі завдання _____

Керівник бакалаврської

кваліфікаційної роботи _____ **Наталія КОЛЕСНІК**

Завдання прийняла до виконання _____ **Катерина КОЛОМІЄЦЬ**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ КАРТОГРАФУВАННЯ СТАНУ ЗЕМЕЛЬ УКРАЇНИ.....	8
1.1. Основні нормативно-правові акти з питань здійснення землеустрою.....	8
1.2. Нормування розробки та реалізації документації у сфері землеустрою...	9
1.3. Технічне та технологічне забезпечення картографування території	11
1.4. Екологічна безпека навколишнього природного середовища	13
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	17
2.1. Основні відомості про об'єкт дослідження	17
2.2. Екологічний вплив Бурштинської ТЕС на прилеглу територію.....	21
2.3. Характеристика стану земель на території прилеглий до Бурштинської ТЕС.....	26
2.4. Зміни стану земель на території прилеглий до Бурштинської ТЕС в умовах повномасштабної війни.....	31
РОЗДІЛ 3. КАРТОГРАФУВАННЯ СТАНУ ЗЕМЕЛЬ ПРИЛЕГЛИХ ДО БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС	35
3.1. Методологія побудови картосхем	35
3.2. Просторова характеристика ґрунтів та їх вразливість до техногенного впливу	38
3.3. Просторовий розподіл важких металів у ґрунтах та вплив викидів Бурштинської ТЕС	42
3.4. Населені пункти в зоні ризику та вплив техногенного забруднення на життєдіяльність населення.....	46
3.5. Пропозиції щодо раціонального використання та екореставації земель у зоні впливу ТЕС.....	51
ВИСНОВКИ.....	53
Список використаних джерел.....	55

ВСТУП

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є розробка картографування стану земель на території прилеглий до Бурштинської ТЕС.

Об'єктом проектування є несформовані земельні ділянки, прилеглі до Бурштинської ТЕС.

Актуальність теми зумовлена наявністю Бурштинської ТЕС як великого енергетичного підприємства, яке протягом багатьох років здійснювало значний вплив на довкілля. Викиди шкідливих речовин, зокрема важких металів, пилу та інших забруднювачів, могли призвести до деградації земель, забруднення ґрунтів та підземних вод. Картографування дозволить оцінити масштаби та характер цих змін. Забруднені землі можуть становити загрозу для здоров'я людей, які проживають у прилеглих районах. Картографування дозволить ідентифікувати зони підвищеного ризику та розробити рекомендації щодо безпечного використання земель.

Таким чином, картографування стану земель на території, прилеглий до Бурштинської ТЕС, є актуальним і необхідним кроком для забезпечення екологічної безпеки, раціонального використання природних ресурсів та підвищення якості життя населення.

Основна мета такого дослідження полягає в комплексному оцінюванні впливу діяльності Бурштинської ТЕС на стан земель прилеглої території та розробці рекомендацій щодо їхнього відновлення та раціонального використання. Загалом, мета дослідження полягає в тому, щоб надати науково обґрунтовані дані, які дозволять приймати ефективні рішення щодо захисту довкілля та раціонального використання земельних ресурсів у регіоні, постраждалому від впливу промислового підприємства.

Бакалаврська кваліфікаційна робота має таку структуру: вступ, три розділи з проміжними висновками, загальні висновки, список використаних джерел. У роботі досліджено теоретичні, правові, природні та технічні аспекти картографування стану земель у 30-кілометровій зоні навколо Бурштинської

ТЕС з метою просторового аналізу екологічного навантаження та оцінки вразливості територій до техногенного впливу.

У першому розділі проаналізовано основні теоретико-методичні засади землеустрою і картографування, нормативно-правову базу у сфері управління земельними ресурсами, стандарти технічного і технологічного забезпечення відповідних робіт. Особливу увагу приділено питанням екологічної безпеки та раціонального природокористування, які формують основу для оцінки стану довкілля в зоні впливу потужних промислових об'єктів.

Визначено, що картографування як метод оцінки має опиратися не лише на сучасні ГС-технології, а й на науково обґрунтовані дані про процеси деградації ґрунтів, забруднення важкими металами, зміну структури землекористування.

Другий розділ присвячено комплексному аналізу об'єкта дослідження - території навколо Бурштинської ТЕС. Надано характеристику географічного положення, природно-кліматичних умов, геоморфологічних особливостей, структури ґрунтового покриву та типів землекористування. Окремо розглянуто історію екологічного впливу ТЕС на прилеглі землі, простежено формування екологічного навантаження внаслідок тривалого функціонування енергогенеруючого підприємства. Проведено аналіз типів ґрунтів, вразливих до техногенного тиску, та окреслено ризики деградаційних змін для сільськогосподарських угідь.

У третьому розділі розглянуто практичний аспект - побудову багат шарової картосхемної моделі у QGIS. Застосовано комплексні топографо-геодезичні і дешифрувальні роботи, результатом яких стали п'ять тематичних картосхем: карта ґрунтів, три карти забруднення важкими металами (мідь, свинець, кобальт), карта угідь.

Особливу увагу приділено ідентифікації зон із підвищеним ризиком: дерново-підзолисті ґрунти, території із зниженою буферною здатністю та оглеєні ділянки з ризиком вторинного забруднення. Картографічні схеми мають прикладне значення: на їх основі можна планувати рекультиваційні заходи,

розробляти систему моніторингу стану земель та формувати просторову політику землекористування. Карти структуровано відповідно до сучасних вимог: з легендами, шкалами, умовними позначеннями.

У висновках узагальнено результати дослідження, обґрунтовано впровадження ГІС як ключового інструменту моніторингу стану земель, сформульовано рекомендації щодо екологічного зонування, зменшення антропогенного навантаження і раціонального використання територій у післяпромисловий період. Робота підтверджує необхідність картографічного підходу до прийняття управлінських рішень у сфері охорони земельних ресурсів.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ КАРТОГРАФУВАННЯ СТАНУ ЗЕМЕЛЬ УКРАЇНИ

1.1. Основні нормативно-правові акти з питань здійснення землеустрою

До основних нормативно-правових документів, які регламентують процес здійснення землеустрою, належать ті, що визначають порядок організації, виконання, зміст та склад землевпорядних робіт. Серед них - Земельний кодекс України, профільні закони, а також постанови Кабінету Міністрів України, які деталізують механізми реалізації цих положень на практиці.

Закони:

- 1) Земельний Кодекс України [1]
- 2) Закон України “Про землеустрій”[2]
- 3) Закон України “Про охорону земель”[3]
- 4) Закон України «Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності» [4]
- 5) Закон України «Про Державний земельний кадастр»[5]
- 6) Закон України «Про планування і забудову територій»[6]
- 7) Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності»[7]
- 8) Закон України «Про порядок виділення в натурі (на місцевості) земельних ділянок власникам земельних часток (паїв)»[8]
- 9) Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”[9]
- 10) Закон України “Про державну експертизу землевпорядної документації”[10]
- 11) Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» та інші.[11]

Також у сфері землеустрою значну роль відіграють нормативні документи, затверджені постановами Кабінету Міністрів України, зокрема:

12) “Про затвердження Порядку зміни цільового призначення земель, які перебувають у власності громадян або юридичних осіб”[12]

13) “Про затвердження типового договору про розроблення проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки”[13]

14) “Про затвердження Порядку розроблення проектів землеустрою щодо відведення земельних ділянок”[14]

15) “Про затвердження Порядку розроблення проектів землеустрою з організації та встановлення меж територій природно-заповідного фонду, іншого природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення”[15]

16) “Про затвердження Положення про Державний фонд документації із землеустрою”[16]

17) “Про затвердження Порядку здійснення природно-сільськогосподарського, еколого–економічного, протиерозійного та інших видів районування (зонування) земель”. [17]

1.2. Нормування розробки та реалізації документації у сфері землеустрою

Відповідно до вимог Закону України «Про землеустрій», процес нормування та стандартизації в галузі землеустрою спрямований на встановлення комплексу якісних і кількісних характеристик, які регулюють порядок підготовки та реалізації землевпорядної документації [1]. У цьому процесі враховуються численні чинники - економічні, природні, соціальні, кліматичні й екологічні. Це робиться для досягнення раціонального землекористування та відповідності функціонального призначення територій [1].

На основі аналізу чинної нормативної бази в сфері земельних відносин і екологічного регулювання можна виділити кілька категорій стандартів і нормативів, що застосовуються у землевпорядній практиці: це, зокрема, нормативи, що гарантують безпечне використання земель, включаючи права власності, допустимі режими експлуатації, рівні шкідливих речовин у ґрунті

(ГДК), межі впливу шкідливих факторів (ГДР), а також еколого-економічні нормативи ризику [1].

Також застосовуються стандарти, що визначають якісні характеристики ґрунтів як складових природного середовища, зокрема їх фізичні, хімічні, біологічні та радіаційні властивості. Крім того, у практиці використовуються нормативи щодо забруднення земель хімічними і фізичними речовинами, до яких відносяться показники граничних викидів і скидів (ГДВ, ГДС), умови розміщення відходів і межі впливу шкідливих чинників на середовище [1].

Додатково, важливими є нормативи, що регулюють порядок раціонального використання земельних ресурсів, забезпечуючи еколого-правову основу для сталого землекористування [1]. Всі правові документи, що регламентують процес землеустрою, мають обов'язковий характер і підлягають виконанню усіма учасниками земельних відносин, незалежно від форми власності чи суб'єктності.

Згідно зі статтею 24 Закону України «Про землеустрій», нормативні документи можуть створюватися як на загальнодержавному рівні, так і в межах окремих регіонів, територіальних громад чи навіть конкретних об'єктів. Наприклад, нормативи ГДВ та ГДС встановлюються з урахуванням особливостей кожного окремого джерела забруднення [1]. Розроблення та затвердження нормативів відбувається за специфічною процедурою, яка залежить від їх типу та призначення.

Система стандартизації в землеустрої базується на впровадженні взаємопов'язаного набору документів, які визначають вимоги до об'єктів нормування. До складу цієї нормативної системи входять: основні засади та принципи, термінологія і класифікації земель і ґрунтів, методичні підходи до аналізу ґрунтових характеристик, правила збору й обробки інформації, а також вимоги щодо точності, достовірності та систематизації даних про земельний фонд.

Відповідно до чинного законодавства нашої країни, виділяються такі основні групи нормативів [1]: нормативи, що забезпечують екологічну безпеку

при використанні земель; стандарти, які визначають склад і властивості ґрунтів; нормативи допустимого рівня забруднення ґрунтів; показники, що характеризують процеси деградації земель; технологічні нормативи щодо експлуатації сільськогосподарських угідь.

Усі ці нормативи мають обов'язкову силу та виконують роль запобіжного інструменту, що регулює допустимі межі впливу на довкілля й забезпечує захист здоров'я населення.

Серед чинних нормативних документів виокремлюють: національні стандарти України (так звані ДСТУ), галузеві стандарти, технічні умови, створені науковими або професійними об'єднаннями, а також корпоративні стандарти, розроблені на рівні окремих підприємств.

Головною метою впровадження системи нормативів є збереження якісного і кількісного стану земель, забезпечення сталого природокористування та зменшення шкідливого впливу людської діяльності на екосистеми.

1.3. Технічне та технологічне забезпечення картографування території

Відповідно до статті 40 Закону України «Про землеустрій», технічне забезпечення в цій сфері реалізується через використання сучасних комп'ютерних технологій, електронного обладнання та приладів, необхідних для здійснення геодезичних та суміжних робіт. У свою чергу, технологічне забезпечення спирається на застосування цифрових інформаційних систем, призначених для збору, обробки, зберігання, оновлення, пошуку, передачі та візуалізації просторових даних.

Основу інформаційної інфраструктури землеустрою складають автоматизовані системи, що використовуються для опрацювання кадастрової, топографо-геодезичної та дистанційно-зондувальної інформації, ведення статистичних даних про землі, а також для прогнозних, проектних, картографічних та управлінських цілей. Технічне і технологічне забезпечення процесу картографування ґрунтується на нормах точності для геодезичних знімачів, вимогах до інструментів і методів польових вимірів.

Важливу роль при цьому відіграє застосування сучасних систем супутникового позиціонування, зокрема УПМ ГНСС. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України №65 «Про затвердження вимог до технічного і технологічного забезпечення виконавців топографо-геодезичних і картографічних робіт» (розділ II) визначає перелік технічних засобів, якими повинен володіти виконавець робіт на правових підставах.

До таких засобів належать:

- супутникові приймачі системи ГНСС, високоточні тахеометри, теодоліти, нівеліри, гравіметри, комп'ютери та ліцензоване програмне забезпечення для створення геодезичних мереж різного рівня точності, включаючи інженерно-геодезичні вишукування;

- цифрові аерофотокамери, сканери високої роздільності, фотограмметричне обладнання, принтери, тахеометри, ПК і спеціалізовані програми для виконання аерофототопографічних, кадастрових і топографічних робіт;

- засоби для виготовлення та підготовки карт до друку, комп'ютери з встановленими ГІС-програмами для створення та актуалізації карт у цифровому та електронному вигляді, а також для ведення баз геоданих і картографічних систем [20].

Згідно з розділом III зазначеного наказу, що стосується вимог до технологічного забезпечення, виконавець повинен:

- здійснювати усі роботи відповідно до чинної нормативної документації з дотриманням вимог щодо точності та відповідності результатів топографічним картам;

- вести належний облік, архівування й використання отриманих матеріалів;

- проводити регулярну перевірку вимірювальних приладів у межах вимог Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність»;

- надавати до Державного картографо-геодезичного фонду копії створених матеріалів безоплатно [20].

Координатною базою Державного земельного кадастру виступає система УСК-2000, яка має геодезичний зв'язок з міжнародною системою координат ITRS/ITRF2000 (епохи 2005 р.) та базується на параметрах еліпсоїда Красовського. Висотне положення пунктів визначається згідно з Балтійською системою висот 1977 року, з використанням нульової позначки Кронштадтського футштока [21].

Для потреб кадастру застосовуються геодезичні пункти 1–3 класів, пункти згущення 4 класу, розрядні пункти (1 і 2 розряду), мережі знімального типу та базові ГНСС-станції. Координати поворотних точок меж земельних ділянок визначаються у двох формах - це геодезичній (широта, довгота, висота) і прямокутній, з використанням проекції Гаусса-Крюгера [21].

До складу основних польових геодезичних робіт входять такі етапи:

- створення мереж згущення для підвищення щільності геодезичних пунктів;
- організація знімальної геодезичної мережі з прив'язкою до орієнтирів; – знімання земельних об'єктів безпосередньо на місцевості;
- опрацювання та підготовка польової документації.

Для визначення координат пунктів мереж згущення використовуються методики статичних вимірів у супутникових системах ГНСС, а також лінійно-кутові мережі [21]. Польове знімання об'єктів кадастру виконується з використанням супутникових приймачів та електронних тахеометрів згідно з Інструкцією з топографічного знімання [22] та Інструкцією про встановлення меж земельних ділянок [23].

1.4. Екологічна безпека навколишнього природного середовища

У системі гарантування безпеки для особи, суспільства і держави найвищим за значенням рівнем вважається національна безпека. Вона передбачає такий стан, за якого життєво важливі інтереси України, її громадян та соціуму захищені від внутрішніх і зовнішніх загроз, що забезпечує стабільний розвиток та своєчасне реагування на потенційні ризики [16].

Національна безпека включає в себе сукупність інтересів держави, які охоплюють матеріальні, інтелектуальні й духовні цінності українського народу. Їхнє збереження і реалізація створюють основу для суверенності та поступального розвитку країни [16]. Одним із основних елементів національної безпеки є екологічна безпека.

Згідно зі статтею 50 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», під цим поняттям мається на увазі стан довкілля, за якого виключається загроза погіршення екологічної ситуації та негативного впливу на здоров'я людини [17]. Потенційні та існуючі загрози екологічній безпеці визначені на законодавчому рівні.

До основних екологічних ризиків належать [16]:

- надмірна експлуатація природних ресурсів, як відновлюваних, так і таких, що не відновлюються;
- неефективне усунення наслідків Чорнобильської катастрофи;
- забруднення водних об'єктів, збільшення обсягів транскордонних забруднень, зниження якості питної води;
- неконтрольоване ввезення небезпечних технологій, токсичних речовин, трансгенних організмів і збудників інфекцій, які можуть становити загрозу біологічній безпеці;
- недостатня ефективність дій у сфері ліквідації наслідків військової або іншої небезпечної для екології діяльності;
- зростання впливу генетично модифікованих організмів та інших біотехнологій на навколишнє середовище;
- відсутність ефективної системи утилізації токсичних і небезпечних відходів.

Досягнення екологічної безпеки забезпечується через реалізацію комплексу заходів, що охоплюють політичну, економічну, технічну, організаційну та правову сфери. Основу механізму правового регулювання екологічної безпеки становлять законодавчі акти, які визначають засади природоохоронної діяльності на національному, регіональному й місцевому

рівнях. Наша нормативно-правова база у сфері охорони довкілля є достатньо розгалуженою та структурованою, однак аналітики державних і міжнародних інституцій неодноразово акцентували увагу на необхідності її подальшого вдосконалення [16].

Інформаційна підтримка в галузі екологічної безпеки реалізується через системи моніторингу стану довкілля, кадастрові бази природних ресурсів, а також екологічну документацію підприємств і регіонів. Для збору, аналізу, збереження й обробки екологічної інформації, а також для прогнозування змін у навколишньому природному середовищі в Україні функціонує система державного моніторингу. Вона також забезпечує основу для формування управлінських рішень у сфері природоохоронної політики. Разом з тим, за рівнем координації роботи та технічного забезпечення ця система не відповідає сучасним вимогам. Серед основних проблем це нестача фінансування, фрагментарність взаємодії між відповідальними установами та застаріле обладнання, що використовується для збору і фіксації даних [18].

Однією з форм надання даних про природні ресурси є кадастрові системи, які містять впорядковану інформацію про обсяг, стан і використання ресурсів. Екологічний паспорт підприємства є основним документом, що містить:

- інформацію про екологічний вплив діяльності підприємства; – нормативи допустимих викидів забруднюючих речовин;
- плани підприємства щодо охорони навколишнього природного середовища та оцінку їх результативності;
- заходи з раціонального використання природних ресурсів;
- систему контролю за дотриманням екологічного законодавства.

У зв'язку з посиленням антропогенного навантаження на екосистеми та зростанням ризиків для довкілля доцільним є також складання екологічних паспортів для територій. Такий документ є джерелом узагальненої інформації про стан природного середовища у межах певного регіону. У структурі екопаспорту території містяться: дані про результати державного екологічного нагляду, інформація про міжнародні природоохоронні ініціативи, перелік

реалізованих у регіоні заходів із захисту довкілля, а також дані про діяльність місцевих екологічних організацій.

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Основні відомості про об'єкт дослідження

Бурштинська ПТЕС розміщена в Івано-Франківській області України (див. рис. 2.1.). Відстань до Івано-Франківська - 35 км, до Львова - 100 км, до Тернополя - 100 км. Поблизу Бурштинської ТЕС проходить шосейна дорога Івано-Франківськ–Львів, а також залізниця [24]. Картографічні дані взяті з OpenStreetMap [42].

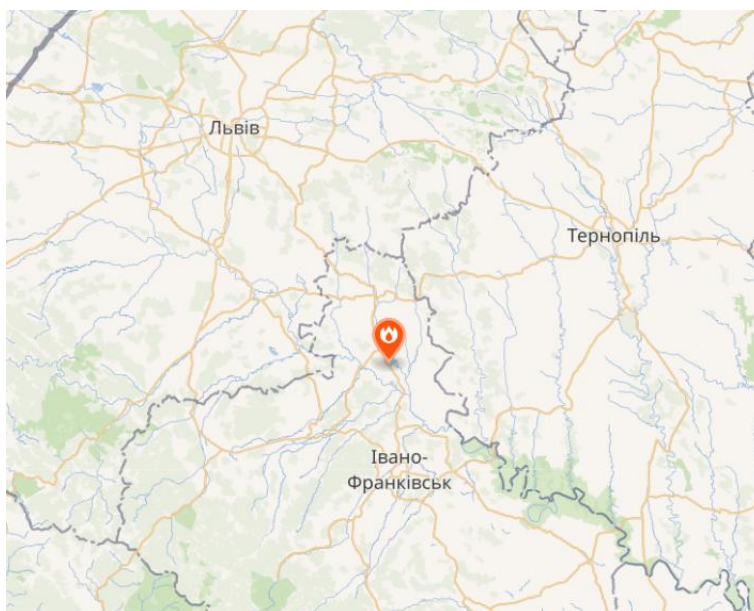


Рис 2.1. Розташування Бурштинської ТЕС на карті України.

Загальна площа Бурштинської ТЕС складає 2922,5 га, з яких 2525 га займає виробничий комплекс. Станція експлуатує озеро-охолоджувач, яке містить 50 млн м³ води, а площа його охолоджувальної зони становить 1260 га. Глибина водоймища варіюється від 3 до 3,5 м в середньому, з максимальною глибиною 8 м. На території електростанції також розташовані артезіанські свердловини, вода з яких використовується для господарських потреб. Тепломережа працює на воді, очищеній за допомогою хімічних процесів, з озера-охолоджувача [25].

До початку 2022 року Бурштинська ТЕС діяла від імені ВАТ «Західенерго» на підставі довіреності, маючи статус структурного підрозділу без юридичної особи. Згідно з чинним законодавством України того часу, станція мала окремий

баланс, рахунки в банках та печатку зі своїм найменуванням. Природний газ на Бурштинську ТЕС постачався від магістрального трубопроводу Київ-Захід України-2, який проходив на відстані 22 км від Бурштинської ТЕС. Бурштинська ТЕС була призначена для забезпечення електроенергією Львівської енергосистеми, а також для постачання енергії на експорт через енерговузол «Мукачево».

До початку повномасштабної війни Бурштинська ТЕС, яка входила до складу ПАТ «ДТЕК Західенерго», була найбільшою електростанцією на заході України. Її основним завданням було виробництво та постачання електричної енергії в об'єднану енергосистему України, а також теплової енергії для прилеглого міста. Станція розташовувалась у 6 км на південний схід від міста Бурштина Галицького району Івано-Франківської області, на річці Гнила Липа, і займала площу 25 га. Водночас, її водоймище, місткістю 50 млн куб. м, займало понад 1 260 га [26].

До 2022 року на Бурштинську ТЕС припадало понад 24% промислового виробництва області. Продукція ТЕС включала електроенергію, теплову енергію, шлаковий гравій (керамзит), золу-уносу (попіл сухий та зволожений) і шлак паливний (жужелиця). Станція була відокремлена від об'єднаної енергосистеми України і працювала в складі так званого «Бурштинського острова». До цього енергоострова входили електричні мережі Бурштинської ТЕС разом з прилеглою електромережею та власними споживачами в межах Закарпатської, Івано-Франківської та Львівської областей [25].

Особливістю Бурштинського енергоострова було те, що він був під'єднаний до електричних мереж країн ЄС, що дозволяло Україні експортувати електроенергію до Європи. У період до 2022 року станція функціонувала в межах вимог, що передбачали безперервне виробництво, передачу та розподіл енергії. Всі процеси контролювались і автоматизувались, а робота виробничого персоналу організовувалась цілодобово [24].

Протягом останніх років до початку війни на станції проводились серйозні реконструкції електричних мереж і загальне технологічне оновлення. До 2022

року для виробництва електричної енергії було задіяно 8 блоків загальною потужністю 1 200 МВт/доба, а планувалося запустити 9-й блок. Загальна потужність станції становила 2 400 МВт. Збільшення потужностей сприяло зростанню споживання вугілля та забезпеченню нових робочих місць.

Виробництво електричної енергії здійснювалось шляхом спалювання палива, що виробляло пару для турбін, які перетворювали механічну енергію обертання в електричну енергію. Всі блоки мали трансформатори, що забезпечували необхідний рівень напруги для підключення до мережі. Вироблена електроенергія розподілялася 10-ма лініями електропередачі високої напруги 220, 330, 400 кВ, які з'єднували станцію з іншими енергосистемами України і за її межами.

Серед ліній електропередач були:

- 1,2 ЛЕП 220 кВ в напрямку Калуш, Стрий;
- 1,2 ЛЕП 330 кВ в напрямку Івано-Франківськ, Чернівці, Тернопіль, Хмельницький, Вінниця;
- 1 ЛЕП 400 кВ в напрямку Мукачево.

До 2022 року Бурштинська ТЕС забезпечувала енергопостачання трьох областей Західної України (Закарпатської, Івано-Франківської та Львівської) і також здійснювала експорт електроенергії до Угорщини та Словаччини [24].

На Бурштинській ТЕС були розташовані основні цехи, де відбувався процес виробництва електричної та теплової енергії. Це котлотурбінний, паливо-транспортний та електричний цехи. В котлотурбінному цеху знаходились котельні й турбінні агрегати, а також дільниці подачі рідкого, твердого та газоподібного палива. Крім того, тут було розташоване обладнання для пилеприготування та шлаковидалення, а також центральна насосна і водне господарство [24].

Для забезпечення безперебійної роботи виробництва Бурштинська ТЕС мала два вугільні склади, потужність яких забезпечувала місячний запас палива. Склади були обладнані системами стрічкових конвеєрів для подачі вугілля на

склад і його видачі зі складу. Подача палива в головний корпус (котли) здійснювалася за допомогою двох введів паливоподачі [24].

Цехи допоміжного виробництва були важливими для підтримки основного виробничого процесу. Це були цехи, які не виробляли енергію безпосередньо, але забезпечували нормальну роботу основних цехів. До них відносились: хімоводоочистки, паливоподачі, золошлаковидалення, установка для відбору сухої золи, берегова насосна станція, газорозподільчі пристрої, маслогосподарство, автоматична телефонна станція та електрообладнання [25].

Цехи, пов'язані з електричним обладнанням, обслуговували всю електричну інфраструктуру ТЕС, включаючи електротехнічну лабораторію, масляне господарство та електроремонтні майстерні. Це дозволяло забезпечити надійну експлуатацію всього електричного обладнання, яке було критичним для виробництва енергії [25].

Бурштинська ТЕС залишалася важливим елементом енергетичної інфраструктури Західної України, однак через вплив війни, її подальша роль і функціонування значно змінились.

Унаслідок масованого ракетного обстрілу українських міст, який відбувся 10 жовтня 2022 року, по Бурштинській ТЕС було завдано чотирьох ракетних ударів. Це призвело до різкого зниження напруги в електромережі Івано-Франківської області, у зв'язку з чим енергетики були змушені регулювати режим постачання струму. Незважаючи на ситуацію, усі споживачі області були забезпечені електроенергією [31].

Менш ніж за десять днів, 19 жовтня 2022 року, по станції знову було завдано ракетного удару. Внаслідок обстрілу виникла пожежа, однак, на щастя, ніхто не постраждав. Станцію тимчасово було виведено з енергетичної системи країни [31]. Черговий удар Бурштинська ТЕС зазнала 22 березня 2024 року. У результаті ракетного обстрілу були пошкоджені всі енергоблоки підприємства. За словами міського голови Василя Андрієшина, йдеться про мільярдні збитки. В одному з ефірів місцевого телебачення він наголосив, що для відновлення роботи станції до довоєнного рівня необхідно 4–5 мільярдів гривень, і самотужки

ДТЕК не здатен впоратись із цими наслідками [31]. Крім фізичних руйнувань, на енергетичну галузь України негативно вплинуло й скорочення видобутку вугілля. Через активні бойові дії на сході країни значна частина вугільних шахт опинилася на тимчасово окупованих територіях, що спричинило серйозні проблеми з поставками сировини та поставило під загрозу енергетичну стабільність [31]. Протягом перших трьох місяців 2023 року державні шахти України видобули лише 275 тисяч тонн вугілля, що на 44 % менше, ніж за аналогічний період попереднього року - на 215 тисяч тонн менше [31].

Починаючи з 2014 року, на територіях, що тимчасово контролюються російськими окупаційними адміністраціями в Донецькій та Луганській областях, повністю припинили свою діяльність 41 шахта [31].

2.2. Екологічний вплив Бурштинської ТЕС на прилеглу територію

Бурштинська ТЕС була одним із ключових джерел викидів небезпечних хімічних сполук у повітряний простір. У процесі спалювання вугілля утворювалися тверді частинки: зола та вугільний пил, які частково затримувалися газоочисними системами, однак значна їх частина все ж потрапляла в навколишнє середовище. Ці пилові частинки осідали в радіусі до 30 км від станції, забруднюючи території довкола [27, 32].

Однією з найнебезпечніших речовин, що викидається ТЕС, є сірчистий ангідрид. В атмосфері він вступає в реакцію з вологою, утворюючи кислотні сполуки, які у вигляді кислотних дощів випадають на землю.

До припинення роботи ТЕС проблема викидів сірчистого ангідриду була особливо гострою, адже його концентрації перевищувала допустимі рівні за європейськими стандартами [27, 32]. Окрім того, у повітря викидався діоксид азоту, який є основною причиною утворення смогу в атмосфері.

Ще один продукт це оксид вуглецю, який суттєво посилює ефект глобального потепління, спричиняючи накопичення парникових газів [27, 32]. Негативний вплив ТЕС поширювався не лише на її санітарно-захисну зону, а й охоплював саме місто Бурштин, прилеглі села та території вздовж лівого берега

водосховища [27, 32]. Особливо гостро для станції стоїть питання утилізації та зберігання залишків спалювання вугілля, зокрема паливного шлаку і золи. Ці відходи у великих об'ємах накопичувалися після спалення палива у котлах, і навіть зараз становлять серйозну екологічну загрозу [27, 32].

Згідно з даними Головного управління статистики, більшість викидів шкідливих речовин в Івано-Франківській області припадає саме на підприємства, розташовані в місті Бурштин, а їх частка становить 80,7% від загальнообласного обсягу, що робить місто одним з найбільш забруднених в Україні [27, 32].

Організованими джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферу на Бурштинській ТЕС були:

- димові труби, що працювали на котлоагрегати типу ТП-100, ТП -100А (джерело № 1). На рисунку 2.1. зображено розповсюдження димових викидів від 3-х труб на Схід.



Рис. 2.2. Розповсюдження димових викидів від 3-х труб на Схід

При роботі котельні виділявся оксид сірки (SO_2), оксид вуглецю (CO), оксиди азоту (NO) та летюча зола. Характеристика димових труб (ДТ) наведена в таблиці 2.1 [27].

Таблиця 2.1.

Характеристика димових труб

Димова труба	Висота труби, м	Діаметр устя, м	Енергоблоки, що здійснюють викиди, №№
ДТ №1	180	7	2, 3
ДТ №2	250	8	5, 6, 7, 8
ДТ №3	250	9,6	1, 4, 9, 10, 11, 12

- аспіраційні системи та шарові млини (джерело № 2). При роботі аспіраційних систем та систем із помелу вугілля в повітря робочої зони виділяло велика кількість пилу. Для зменшення кількості пилу на кожному вузлі пересилки встановлювали аспіраційне обладнання для вловлювання пилу.

Неорганізованими джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферу на Бурштинській ТЕС були:

- зварювальні пости (джерело № 3). Бурштинська ТЕС за рік використовувала 30 т електродів («АНО-3» - ; «АНО-4» - 15 т). З 1 кг електродів марки «АНО-3» виділялось 17,0 г зварювального аерозолу і 1,85 г оксидів марганцю. З 1 кг електродів марки «АНО-4» виділялось 6,0 г зварювального аерозолу і 0,69 г оксидів марганцю. Річні валові викиди відповідно склали - 0,255 т/рік, 0,0103 т/рік, 0,0277 т/рік, 0,09 т/рік;
- мазутогосподарство, склади мазуту та додатковий резервуар мазуту (джерело № 4);
- вугільні склади № 1, 2, золовідвал № 3 та шлаковідвали № 2; 3 (джерело № 5)

Таким чином, Бурштинська ТЕС була значним джерелом забруднення навколишнього середовища. Стан екологічної ситуації в районі станції залежав від виду палива, технології його спалювання, ефективності роботи

пиловловлювальних систем, засобів для викиду димових газів в атмосферу, а також від умов експлуатації обладнання та інших факторів, пов'язаних з організацією роботи енергетичних установок [27].

Основна маса забруднювачів повітря на Бурштинській ТЕС утворювалась внаслідок спалювання органічних енергоносіїв, таких як вугілля, нафта, газ, торф, сланці та деревина. На станції використовувались вугілля, природний газ та мазут, що призводить до утворення великої кількості шкідливих газоподібних продуктів окислення вуглецю, сірки та азоту, які викидаються в атмосферу [27].

Серед найбільш токсичних забруднювачів був сірчистий ангідрид (SO_2), який складав від 98 % до 99 % всіх сірчистих сполук, що потрапляли в атмосферу. Сірчистий ангідрид є дуже небезпечним для здоров'я, адже легко окислюється в атмосфері до сірчаного ангідриду (SO_3), що може потрапляти в аерозолі або розчинятися в дощовій воді, утворюючи кислотні дощі. Це спричиняє корозію металів, руйнування гумових виробів, вапняків і доломітів, а також підкислює ґрунти, що негативно впливає на рослинність і порушує екосистеми. Водночас сірчистий ангідрид стимулює загострення захворювань дихальних шляхів у людей і тварин [27].

Ще одними значущими забруднювачами були оксиди азоту, які утворюються при окисленні азоту, що міститься в паливі та в повітрі при високих температурах. Оксиди азоту викидаються у вигляді монооксиду азоту (NO), що, потрапляючи в атмосферу, окислюється до двоокису азоту (NO_2) - бурого отруйного газу з характерним запахом. Оксиди азоту легко розчиняються у воді, що може призвести до утворення кислотних дощів. Вони спричиняють серйозні подразнення органів дихання, можуть викликати задуху, головний біль, слабкість, запаморочення, а також важкі патології легень [27].

Ще одним шкідливим забруднювачем був чадний газ (CO), що утворюється при неповному згорянні органічних енергоносіїв. Чадний газ не має кольору та запаху, але є одним з найпоширеніших токсичних забруднювачів. При концентрації понад 1 % він може негативно впливати на здоров'я рослин, тварин і людей, а при концентрації більше 4 % спричиняє смерть [27].

Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), такі як 3,4-бензпірен, утворюються в процесі піролізу вугілля і вуглеводневих палив. Вони є канцерогенними, адсорбуються на частках пилу та сажі, що потрапляють в дихальні шляхи людей і тварин. ПАВ можуть викликати серйозні захворювання, зокрема рак [27].

Ще однією проблемою ставали викиди важких металів, що присутні у відходах ТЕС, таких як летка зола та інші залишки палива. Навіть малий вміст свинцю, ртуті та інших важких металів може спричинити отруєння та серйозні патології в організмах. Свинець має нейротоксичний ефект, ртуть впливає на нервову систему, пошкоджує нирки, печінку і мозок [27].

Крім забруднення атмосфери, Бурштинська ТЕС також впливала на гідросферу. Для поповнення втрат в оборотній системі станції та передачі гарячої води абонентам використовувалась технічна вода з річки Гнила Липа. Для питного водопостачання використовувались підземні води з водозаборів у селищах Корчев та Коростовичі, а також водогін КП "Житловик". Для очищення стічних вод застосовувались технології відстоювання, флотації та фільтрації. Масло та нафтопродукти, що утворюються під час очищення, збирались в спеціальні баки для подальшої утилізації. Стічні води після обмивання устаткування нейтралізувались лужними розчинами і мали бути використані повторно [27].

Що стосується забруднення ґрунтів (педосфери), то основними забруднювачами були тверді відходи, що накопичуються в результаті діяльності станції. Таке забруднення може призвести до зниження родючості ґрунтів, порушення екологічних процесів та спустошення великих земельних ділянок. Для запобігання таким наслідкам, тверді відходи підлягають обліку, а підприємствам встановлюються ліміти на їх накопичення [27].

Таким чином, відходи повинні бути перероблені або утилізовані. Завдяки системі контролю за відходами та природоохоронним заходам, негативний вплив на педосферу на сьогоднішній день зменшений, хоча це питання все ще потребує

постійного моніторингу та коригування заходів відповідно до змін у технологічному процесі та екологічних умовах [27].

Інформація, наведена вище, актуальна для часів роботи станції. Станом на 2025 рік станція не працює, вивчається її вплив на екологію. У результаті реалізації природоохоронних заходів та зниження потужностей станції за останні роки викиди забруднювачів значно знизилися. Викиди в атмосферу зменшилися завдяки впровадженню технологій очищення, а скиди стічних вод, які проходять локальне очищення, не завдають значної шкоди екосистемі річки Гнила Липа. Проте зміни у країні та нові екологічні виклики вимагають подальшого моніторингу та адаптації природоохоронних заходів для забезпечення сталого розвитку і збереження навколишнього середовища [27].

2.3. Характеристика стану земель на території прилеглий до Бурштинської ТЕС

Забруднення поверхневих земель призводить до окислення ґрунтів і накопичення важких металів із вугільного попелу, що негативно впливає на розвиток лісових екосистем, знижує врожайність сільськогосподарських культур і забруднює водойми, а також продукти, що становлять загрозу для здоров'я людини. Згідно з лабораторними аналізами води з криниць і ґрунтів, проведеними обласною санітарно-епідеміологічною службою в селах Слобідка, Більшівці та Бовшів, було виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) для барію (в 1,5 рази), свинцю (в 3 рази) та цинку (в 1,7-5,0 разів). На рисунку 2.2 показано контури територій, де спостерігається перевищення ГДК та фонового рівня забруднення [27].

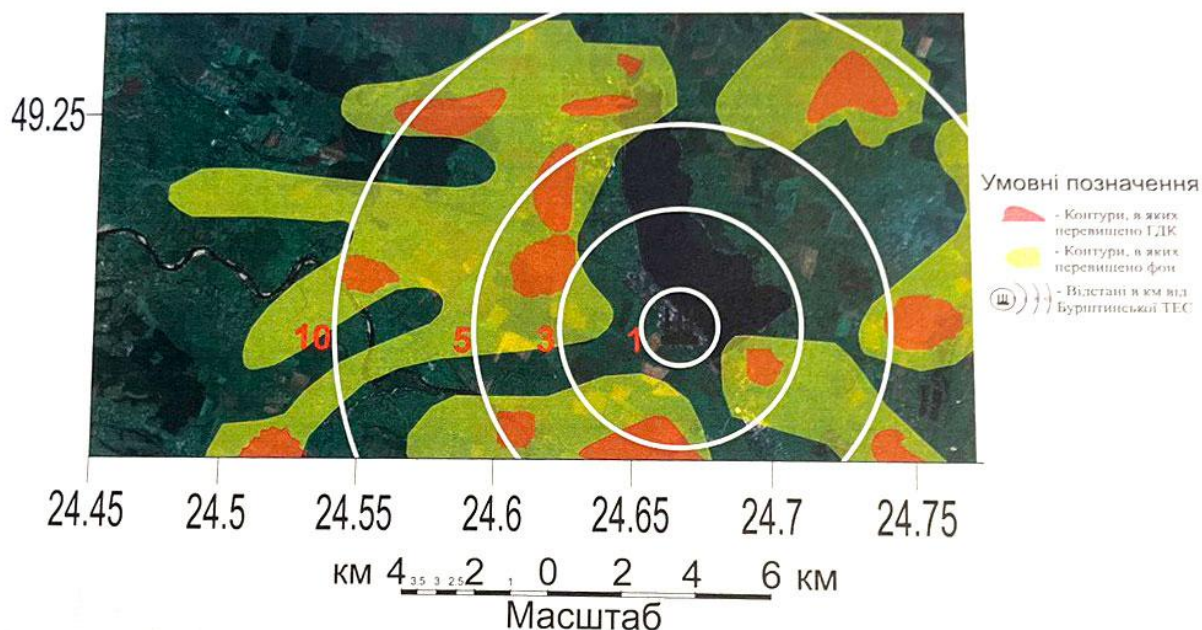


Рис. 2.3. Розподіл забруднювачів у ґрунтах від Бурштинської ТЕС

У пробах ґрунтів за напрямком переважаючих вітрів вміст токсичних елементів на різних відстанях від Бурштинської ТЕС неоднаковий (табл. 2.2 [28])

Таблиця 2.2

Вміст токсичних елементів у ґрунтах у зоні викидів Бурштинської ТЕС

($M \pm \sigma$, $n = 10$)

Елементи, (мг/кг)	Віддаль, (км)				
	1	3	5	8	15
Мідь	52,6 ± 1,59	91,2 ± 2,41	60,4 ± 1,79	59,2 ± 1,28	53,6 ± 1,69
Свинець	18,2 ± 0,43	18,2 ± 0,36	13,8 ± 0,11	13,8 ± 0,11	13,6 ± 0,17
Кобальт	13,8 ± 0,17	13,8 ± 0,06	13,7 ± 0,05	13,8 ± 0,11	13,8 ± 0,15
Нікель	45,8 ± 0,59	48,4 ± 0,69	48,7 ± 0,64	64,6 ± 0,44	59,8 ± 0,43
Стронцій	149,5 ± 1,03	150,5 ± 1,05	156,5 ± 0,27	165,1 ± 0,67	179,7 ± 1,31

Валовий вміст міді в ґрунтах максимальний на відстані 3 км від ТЕС. Вміст свинцю в ґрунтах знижується в 5 км від ТЕС і на цьому рівні прослідковується до 15 км, складаючи 73,9 % від максимального, встановленого в 3 км від ТЕС. Кобальт у пробах ґрунтів у зоні викидів перебуває на одному рівні незалежно від відстані. Підвищена кількість нікелю відмічена на різних відстанях від ТЕС, максимальна - в 8 км за напрямком переважаючих вітрів [28].

Неоднакова концентрація деяких хімічних елементів і в пробах рослин (різнотрав'я) на різних відстанях від Бурштинської ТЕС (табл. 2.3 [28]).

Таблиця 2.3

Вміст мікроелементів у різнотрав'ї в зоні викидів ТЕС ($M \pm r$, $n = 10$)

Елементи, (мг/кг)	Віддаль, (км)			
	1	2	3	12
Мідь	$3,6 \pm 0,12$	$3,7 \pm 0,04$	$4,8 \pm 0,06$	$4,5 \pm 0,06$
Свинець	$2,3 \pm 0,05$	$4,3 \pm 0,17$	$3,3 \pm 0,50$	$2,4 \pm 0,06$
Нікель	$12,2 \pm 0,18$	$14,7 \pm 0,17$	$14,8 \pm 0,13$	$14,1 \pm 0,11$
Кобальт	$0,75 \pm 0,13$	$0,70 \pm 0,30$	$0,78 \pm 0,10$	$0,78 \pm 0,10$
Стронцій	$22,5 \pm 0,14$	$18,6 \pm 0,11$	$13,4 \pm 0,12$	$13,5 \pm 0,10$
Цинк	$10,0 \pm 0,15$	$20,9 \pm 0,06$	$12,6 \pm 0,06$	$7,2 \pm 0,07$
Марганець	$145,8 \pm 0,09$	$214,5 \pm 0,14$	$164,7 \pm 1,11$	$180,5 \pm 0,70$

У міру віддалення від ТЕС вміст міді, свинцю, нікелю, марганцю в різнотрав'ї збільшується, кобальту практично не змінюється, а стронцію зменшується. Максимальне збільшення міді в різнотрав'ї спостерігається до 3 км, свинцю - до 2 км, нікелю - до 8 км, цинку - до 4 км, марганцю - до 4 км [28].

Оскільки з токсичних елементів свинець накопичується в різнотрав'ї найбільше, аналіз його вмісту в об'єктах навколишнього середовища на різних відстанях від ТЕС виявив взаємозв'язок між зоною викидів та вмістом хімічних елементів у траві, воді, атмосферних опадах. Отже, в зоні викидів Бурштинської ТЕС існує виражена тенденція до накопичення в об'єктах навколишнього середовища токсичних елементів, власне - свинцю та нікелю. Накопичується в зоні викидів Бурштинської ТЕС і селен. У ґрунтах зони викидів концентрація селену склала $0,66 \pm 0,33$ мг/кг, хоча в окремих пробах, взятих у районі золівдвалів № 2, № 3, досягала 1,4 мг/кг [27].

Результати лабораторних досліджень проб із компонентів довкілля в районі Бурштинської ТЕС дали можливість зробити висновок, що саме цей об'єкт є найвпливовішим джерелом забруднення навколишнього середовища Галицького району. Крім значного хімічного забруднення довкілля викидами та

скидами, шлакозоловідвалами Бурштинська електростанція здійснює на навколишнє середовище ряд локальних впливів фізичної природи: теплове забруднення; значну шумову дію на прилеглі до підприємства території; створення постійно діючих потужних електромагнітних полів вздовж трас високовольтних ліній електропередач (ЛЕП), а також формування під факелами аерозольних викидів небезпечних для здоров'я людини електричних полів (рис 2.3. [28])

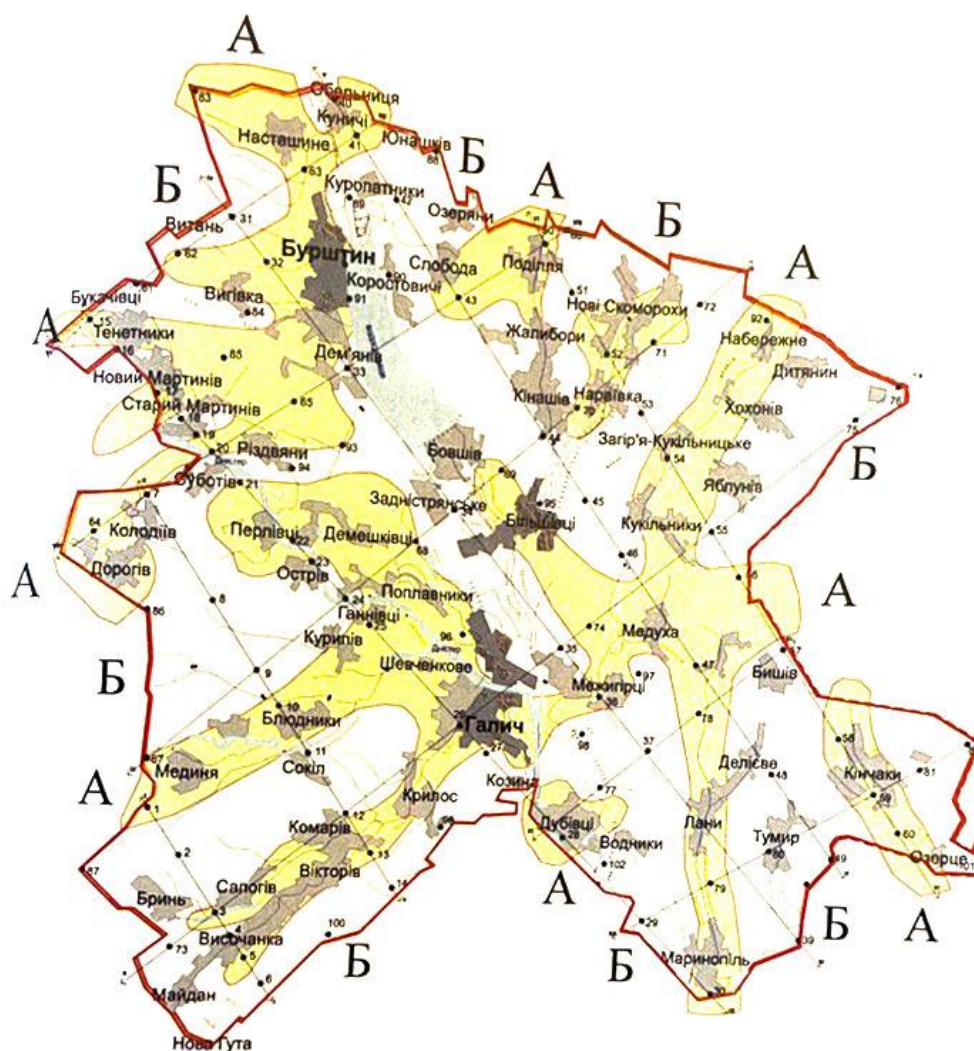


Рис. 2.4. Забруднення ґрунтового покриву від Бурштинської ТЕС: А - забруднені зони, Б - чисті зони

Однак є і переваги у потужних ТЕС, з введенням у дію яких ліквідуються джерела шкідливих викидів - сотні дрібних неекономічних котелень, що не мають потрібних технічних засобів, приладів контролю та автоматики, які б

знижували кількість шкідливих викидів в атмосферу через димові труби малої висоти [27].

Вміст V, As, Cu, Pb, Zn не перевищує рівня норми вмісту у ґрунтах. Натомість на досліджуваних територіях спостерігається акумуляція Hg, As, Pb, Zn, Cu, кларк концентрації котрих в рамках від 1 до 7, епізодично перевищуючи норми (ГДК) кількакратно [28, 29].

Для ефективної мобілізації природних ресурсів ландшафтів у боротьбі з забрудненнями важливими є геохімічні бар'єри - ділянки, в яких відбувається значне зниження техногенної міграції елементів, що призводить до зменшення їх концентрації. Рослинний покрив та верхні шари ґрунту виконують роль геохімічного бар'єра на рівні площин [30]. Поглинаючи металеві елементи з ґрунту, рослини допомагають в його очищенні. Оскільки більшість таких елементів можуть також поглинатися листям дерев, це сприяє покращенню якості атмосферного повітря.

Однак накопичення важких металів у рослинах є важливим фактором, що негативно впливає на стан рослинного покриву. За результатами аналізу стану лісових екосистем в досліджуваному регіоні, проведеного на основі локального моніторингу [30], було виявлено, що найгірша ситуація спостерігається поблизу антропогенного джерела забруднення - Бурштинської ТЕС. Зокрема, зона з підвищеною дефоліацією лісів досягає 30-40%.

Загалом, показники дефоліації основних лісотвірних видів (дуб, граб, бук) перевищують середні показники по Івано-Франківській області. Що стосується дехромації лісів, то її показники також значно гірші за фонові. Просторовий розподіл характеристик дехромації у регіоні схожий з розподілом дефоліації: зони максимальної дехромації (до 40%) розташовані на відстані 5-20 км від джерела викидів Бурштинської ТЕС, зазвичай у напрямку переважаючих вітрів, і в основному це стосується дубових деревостанів [27].

Зазначимо, що з віддаленістю від джерела забруднень (Бурштинської ТЕС) показники дефоліації та дехромації знижуються. Зони підвищеної дефоліації та

дехромації лісів у регіоні корелюють із зоною активного забруднення, яка формується внаслідок роботи Бурштинської ТЕС.

2.4 Зміни стану земель на території прилеглий до Бурштинської ТЕС в умовах повномасштабної війни

Як зазначалося у попередніх розділах, у 2022 році робота Бурштинської ТЕС була припинена у зв'язку з масштабними пошкодженнями, спричиненими військовими діями. Згідно з інформацією Головного управління статистики в Івано-Франківській області, обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел у 2022 році склав 152,3 тис. тонн, що на 11,6 % менше у порівнянні з 2021 роком [33].

Відчутний внесок у забруднення атмосфери становить діоксид вуглецю - це головний парниковий газ, вплив якого пов'язаний зі зміною клімату. Його обсяг у 2022 році сягнув 10,1 млн тонн, що на 15,8 % менше, ніж у попередньому році [33]. Найбільшим джерелом забруднення повітря в Івано-Франківській області залишається виробничий підрозділ «Бурштинська ТЕС» компанії «ДТЕК Західенерго». Обсяги шкідливих викидів підприємства у 2022 році скоротились на 8,2 % порівняно з 2021 роком і становили 133,7 тис. тонн [33]. Загальна частка викидів, що припадає на Бурштинську ТЕС, становить 87,8 % від усіх забруднюючих речовин, які надходять в атмосферу з постійних джерел по всій Івано-Франківській області [33].

На підприємстві функціонувало три димові труби: дві з них мають висоту до 250 метрів, а одна до 180 метрів. Внаслідок значної висоти викиди від ТЕС поширюються на території не лише Івано-Франківської області, а й сусідніх Львівської та Тернопільської [33]. Попри те, що Івано-Франківщина має доволі розгалужену мережу водних ресурсів, проблеми, пов'язані з якістю води, залишаються актуальними.

Основними причинами є забруднення водойм господарсько-побутовими та промисловими стоками, а також неефективне використання прісної води [33]. Водночас останніми роками спостерігається тенденція до зниження обсягів зворотних скидів у водні об'єкти. Це пов'язано передусім зі скороченням

споживання води промисловими підприємствами [33]. На основі звітних даних за формою 2ТП-водгосп (річної), у 2022 році в області використано 64,366 млн м³ води, з яких 5,191 млн м³ - із підземних джерел. Для порівняння: у 2021 році загальне споживання становило 81,883 млн м³, а з підземних джерел - 10,924 млн м³ [33]. Щодо лісокористування, то протягом 2022 року лісозаготівельні роботи проводились на площі 18,9 тис. га. У результаті всіх видів рубок, включаючи підготовчі заходи, було заготовлено 589 тис. м³ деревини [33]. У порівнянні з 2021 роком, обсяги заготівлі деревини за рубками головного користування зменшилися. Разом із цим, упродовж 2022 року до покритих лісом земель переведено 3,9 тис. га [33].

Роботи з лісовідновлення здійснено на 1,7 тис. га земель лісового фонду. З них 720 га засаджено лісовими культурами, а ще на 989 га відбулося природне поновлення деревостану [33].

Зупинка Бурштинської ТЕС, що відбулася у 2023 році, стала ключовим моментом для переоцінки екологічного стану територій у її зоні впливу. Впродовж десятиліть підприємство залишалося головним техногенним навантажувачем довкілля Прикарпаття, формуючи стабільний осередок забруднення ґрунтів, повітря та вод.

Після припинення діяльності виникли сподівання на природне відновлення екосистем, однак перші результати свідчать про складну і неоднозначну динаміку. Одним з найшвидших позитивних ефектів стало припинення прямих викидів у повітря. За даними Департаменту екології Івано-Франківської ОДА, у 2022 році обсяг викидів Бурштинської ТЕС сягав 9749 тонн [24], що становило понад 50 % усіх стаціонарних викидів області. Після її зупинки рівень забруднення повітря в радіусі 5 км знизився більш ніж на 70 % (за фоновими вимірами на постах контролю у Бурштині та Дем'янові).

Однак важливо усвідомлювати, що осаджені раніше забруднювачі залишаються на поверхні ґрунтів та будівель і можуть повторно потрапляти в атмосферу у вигляді пилу в сухий сезон. Тобто, припинення джерела не автоматично означає припинення циркуляції токсикантів. Ґрунтовий покрив

залишається найбільш важливим компонентом довкілля. За результатами порівняння забруднення з матеріалами попередніх досліджень (Кошлак, 2019 [39]; Чичул, 2020 [45]), за рік після зупинки ТЕС суттєвих змін у концентраціях важких металів не зафіксовано.

Свинець продовжує перевищувати ГДК у приповерхневому шарі в межах 1,5-2 км від джерела, мідь має фоновий рівень, а кобальт залишається в межах допустимого. Це свідчить про те, що природне самоочищення ґрунтів від важких металів є надзвичайно повільним процесом. Без проведення спеціальних меліоративних заходів (фітореMediaція, вапнування, органічні сорбенти) тривалість відновлення може становити десятки років.

Позитивні зміни фіксуються у прибережних ділянках Дністра та малих річок. Зменшення атмосферного надходження токсичних речовин сприяло зниженню антропогенного навантаження на водозбірні площі, що відображається у поступовому зростанні прозорості вод, зменшенні біогенного забруднення (фосфатів, нітратів) та зниженні ризику міграції важких металів із ґрунтів.

Проте вторинне забруднення можливе в разі ерозійних процесів, особливо на ділянках з оглеєними ґрунтами (Озеряни, Кукільники). Саме тому контроль за дренажем, підтопленням і розорюванням берегів залишається критично важливим навіть після припинення роботи ТЕС. Після зупинки підприємства змінилась не лише екологічна ситуація, а й характер соціального запиту на чисте довкілля. Якщо раніше увага концентрувалась на моніторингу поточних викидів, то тепер громада зіштовхується з завданням управління накопиченим екологічним збитком. Це включає: розробку планів рекультивації деградованих земель; розширення лабораторного контролю за ґрунтами у присадибних ділянках; розгляд можливості екозонування для виключення небезпечних площ із агровикористання.

Також постає економічне питання повторного використання промислових об'єктів та золовідвалів, які продовжують впливати на територію (вітрова ерозія, зсуви, забруднення поверхневого стоку). З вище сказаного можна зробити

висновки, що зупинка Бурштинської ТЕС стала передумовою для екологічної стабілізації регіону, але процеси відновлення залишаються повільними, фрагментарними і неавтоматичними. Відсутність джерела викидів не усуває проблему забруднення, оскільки: осаджені шлаки продовжують циркулювати у біосфері; ґрунти не мають здатності до самовідновлення без втручання; вторинне забруднення можливе через ерозію, пилові бурі, розорювання берегів.

У найближчій перспективі ключовим завданням громад і екологічної політики є розробка системного підходу до використання посттехногенних територій, включаючи рекультивацію, обмеження землекористування, впровадження відновного землеробства та запровадження просторового кадастру деградованих земель.

РОЗДІЛ 3. КАРТОГРАФУВАННЯ СТАНУ ЗЕМЕЛЬ ПРИЛЕГЛИХ ДО БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС

3.1. Методологія побудови картосхем

Методологічною основою просторового аналізу стану земель у межах 30-кілометрової зони навколо Бурштинської ТЕС стало використання геоінформаційних технологій у поєднанні з результатами наукових досліджень, супутниковими знімками та аналітичними картографічними матеріалами. Основна мета полягала у створенні багатосарової картосхемної моделі, що дозволяє виявити ступінь техногенного впливу на земельні ресурси та структуру землекористування.

У межах роботи було створено п'ять тематичних картосхем:

- карта ґрунтів (отримане зі збірника дисертаційних матеріалів Приходька М.М.[44]);
- карти забруднення важкими металами - вміст міді, кобальту, свинцю - отримані з публікацій: Кошлак Г.В. (2019) «Екологічна небезпека техногенного забруднення ґрунтів важкими металами для територій впливу Бурштинської ТЕС» [39]; Чичул Х.-М.М. (2020) «Оцінка антропогенного перетворення ландшафту в зоні впливу Бурштинської ТЕС» [45];
- карта угідь (типи землекористування) - розроблена на основі дешифрування супутникового знімка (визначено: ліси, орні землі, пасовища, болота, населені пункти тощо).

Усі вищезгадані зображення було попередньо оброблено, оцифровано й адаптовано для інтеграції у ГІС-середовище. Основною платформою для побудови картосхем було використано програмне забезпечення QGIS, яке дало

зможу працювати з растровими шарами та здійснювати векторизацію меж, класифікацію територій і створити тематичні шари (рис. 3.1).

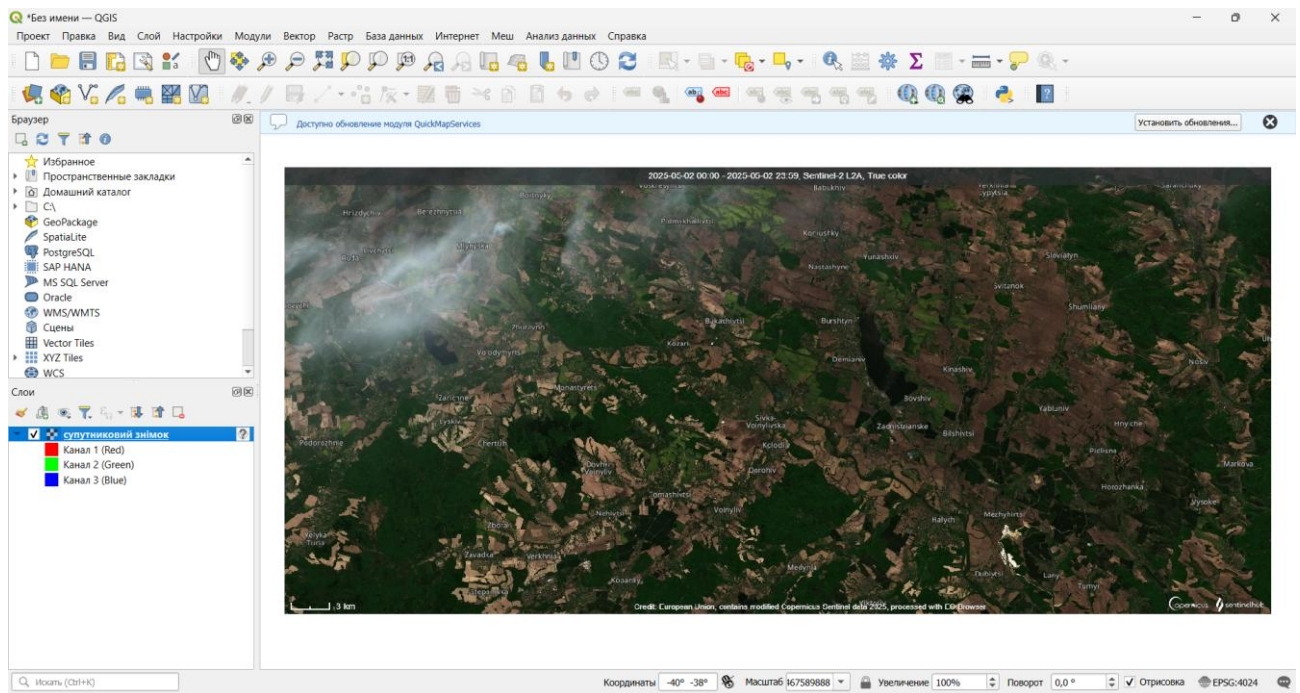


Рис. 3.1. Використання програмного забезпечення QGIS під час створення картосхем

Оцифрування карти ґрунтів (див. підрозділ 3.2.) здійснювалося вручну за допомогою інструментів трасування та кодування типів ґрунтів відповідно до кольорового поділу та позначень, наявних у сканованому зображенні. Було виділено основні типи ґрунтового покриття: дерново-підзолисті, сірі лісові, темно-сірі опідзолені ґрунти та торфовища, які згодом порівнювались із даними про техногенне навантаження.

Для створення карт важких металів (див. підрозділ 3.3.) було використано візуально-аналітичну інтерпретацію зображень, де вказано концентрації елементів у мг/кг. Картосхема угідь була сформована на основі дешифрування супутникового знімка, який було попередньо оброблено в QGIS. Застосовано інструменти ручної класифікації об'єктів за ознаками спектрального відображення й морфології.

Усі створені шари були згруповані у вигляді узагальненої карти, яка дозволяє здійснити повноцінний просторовий аналіз стану земельного фонду у 30-км зоні впливу Бурштинської ТЕС. Карти оформлені згідно з вимогами: кожна з них має легенду, умовні позначення та масштаби. Зображення експортувались у форматах PNG для представлення та PDF для друку. Таким чином, застосована методика дозволила поєднати інформацію з різних джерел - картографічних, літературних, супутникових - в єдину аналітичну систему для оцінки деградаційних процесів у зоні впливу Бурштинської ТЕС. В наступних підрозділах описано точніше.

3.2. Просторова характеристика ґрунтів та їх вразливість до техногенного впливу

Ґрунтовий покрив виступає однією з ключових складових у структурі землекористування, визначаючи агровиробничий потенціал території та її екологічну стабільність. Для дослідження територій, прилеглих до Бурштинської ТЕС, було створено тематичну карту ґрунтів шляхом оцифрування й дешифрування, складеної на основі дисертаційного дослідження Приходька М.М [44] (рис. 3.2).

У межах 30-км зони виділено щонайменше шість типів ґрунтів, які істотно відрізняються за хімічними та фізичними властивостями, а отже за ступенем вразливості до техногенного навантаження.

Картосхема ґрунтів в 30км зоні прилеглих територій до Бурштинської ТЕС Івано-Франківської області

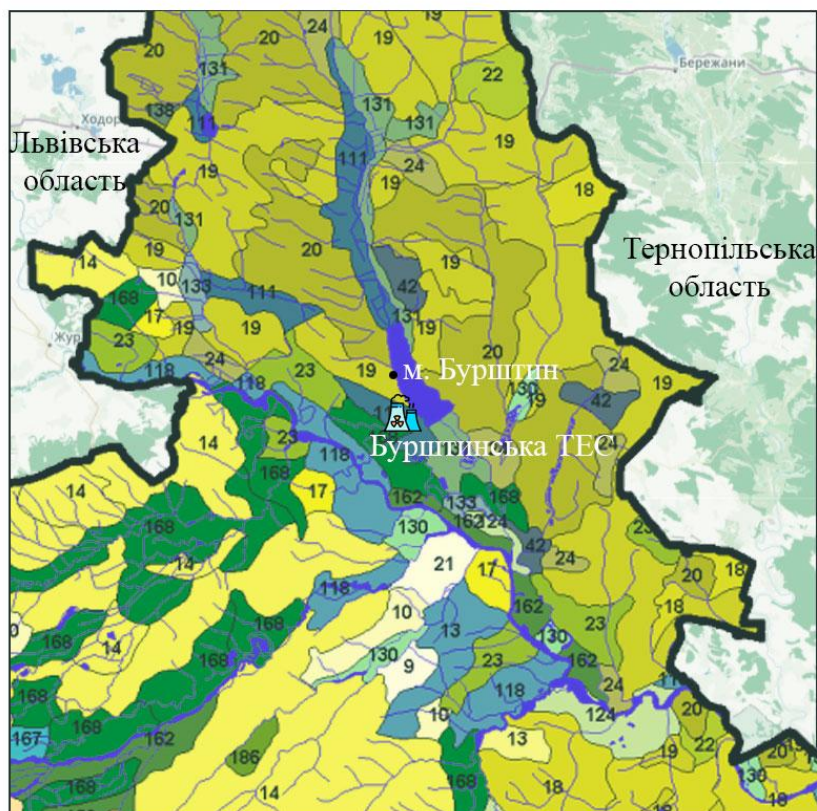


Рис. 3.2. Картосхема ґрунтів в 30-км зоні від Бурштинської ТЕС

Аналіз структури ґрунтового покриву:

На основі оцифрованої карти встановлено, що понад 42% площі припадає на дерново-підзолисті супіщані ґрунти, які домінують у центральній та північній частині зони. Вони мають невисокий вміст гумусу (0,9–1,5%) та підвищену кислотність (рН 4,8–5,5), що суттєво знижує їх буферну здатність до важких металів.

Іншу групу становлять сірі та темно-сірі опідзолені ґрунти, частка яких становить близько 29%. Вони мають кращі фізико-хімічні параметри: більший вміст гумусу, помірну кислотність (рН 5,6–6,5) і вищу вологоємність. Такі ґрунти зустрічаються в межах заліснених схилів та у південній частині досліджуваної території (поблизу річки Дністер). Завдяки значному вмісту органічної речовини та щільнішій структурі, вони здатні ефективніше зв'язувати іонні форми металів, уповільнюючи їх мобільність. У межах цих територій техногенні ризики є помірними, а ґрунтові системи мають вищий відновний потенціал.

Близько 12% досліджуваної зони охоплюють оглеєні ґрунти й торфoviща, переважно в зниженнях рельєфу, заплавах річок і у зонах підтоплення. Їх структура визначається надмірною вологістю, високою здатністю до сорбції важких металів у верхньому шарі, однак водночас - надзвичайно високою мобільністю розчинних сполук. В умовах постійного водонасичення ці ґрунти стають потенційними джерелами вторинного забруднення, особливо при зміні гідрологічного режиму чи зменшенні рН середовища. За відсутності дренажу або природного стоку тут можливе вивільнення акумульованих речовин, що з часом потрапляють у водні об'єкти або поширюються на суміжні території.

Ландшафтний розріз також має вплив на екологічну поведінку ґрунтів. Вододільні рівнини та відкриті площі з інтенсивним землекористуванням (орні землі, пасовища) є найменш захищеними у сенсі природної фільтрації забруднень. Натомість схиліві й заліснені ділянки, які зберегли природну дернину або деревну рослинність, чинять бар'єрну дію щодо поширення пилових часток і мають здатність частково затримувати поллютанти до їх потрапляння у ґрунтовий обіг.

Таким чином, дешифрування та просторове моделювання ґрунтового покриву дає підстави розмежувати територію на зони за рівнем потенційної вразливості:

- зона підвищеного ризику - з переважанням легких, кислих ґрунтів, відкритих до атмосферного впливу;
- стабільна буферна зона - з ґрунтами лісових і лучних типів;
- зона затримання і вторинної міграції - оглеєні ґрунти та торфовища у водозбірних пониженнях.

Виходячи з вище сказаного можна зробити наступні висновки: тип ґрунту виступає ключовим чинником, що визначає ступінь вразливості до техногенного забруднення. Результати просторового аналізу дозволили:

- виділити зони критичного ризику в межах дерново-підзолистого покриву;
- встановити відносно стабільні території з опірними до накопичення металів ґрунтами;

Отримані результати є основою для прийняття управлінських рішень щодо відведення земель із сільськогосподарського обігу, проведення меліоративних заходів та реалізації екологічного зонування території з урахуванням ступеня деградації ґрунтового покриву.

3.3. Просторовий розподіл важких металів у ґрунтах та вплив викидів Бурштинської ТЕС

Результати просторового аналізу ґрунтів навколо Бурштинської ТЕС свідчать про наявність локального техногенного навантаження у вигляді накопичення важких металів, пов'язаного із багаторічною експлуатацією станції.

Основну увагу у дослідженні приділено трьом елементам: свинцю (Pb), міді (Cu) та кобальту (Co), оскільки саме вони найчастіше зустрічаються у золі бурого вугілля, що використовується на ТЕС.

Для виявлення просторових закономірностей були створені відповідні картосхеми, що базуються на оцифрованих даних із наукових статей Приходько М.М [44]. Вони були адаптовані у середовищі QGIS і стали основою аналітичного моделювання.

Мідь (Cu): На побудованій карті (рис. 3.3.) видно чітке кільцеве розташування осередків забруднення - максимальні концентрації свинцю локалізуються у межах 1,5-2 км від ТЕС, де ґрунти мають підвищену кислотність і низьку буферну здатність. На більшості цих ділянок показники Cu перевищують ГДК у 1,3-1,5 разів. Розорані площі та пасовища особливо вразливі до такого навантаження, оскільки відсутній захисний рослинний покрив.

Мідь має виражену фіксацію у верхньому горизонті і здатна накопичуватись у фітомасі, що призводить до біоаккумуляції у тварин та потрапляння до харчового ланцюга. Це критично для районів, де ведеться дрібне фермерське господарство, а ґрунт використовується без попереднього аналізу на забруднення.

Карта демонструє, що навіть у межах 4-5 км від джерела рівень міді залишається на верхній межі норми, що вимагає регулярного моніторингу і обмежень у землекористуванні.

Картосхема забруднення ґрунтів міддю (Cu)

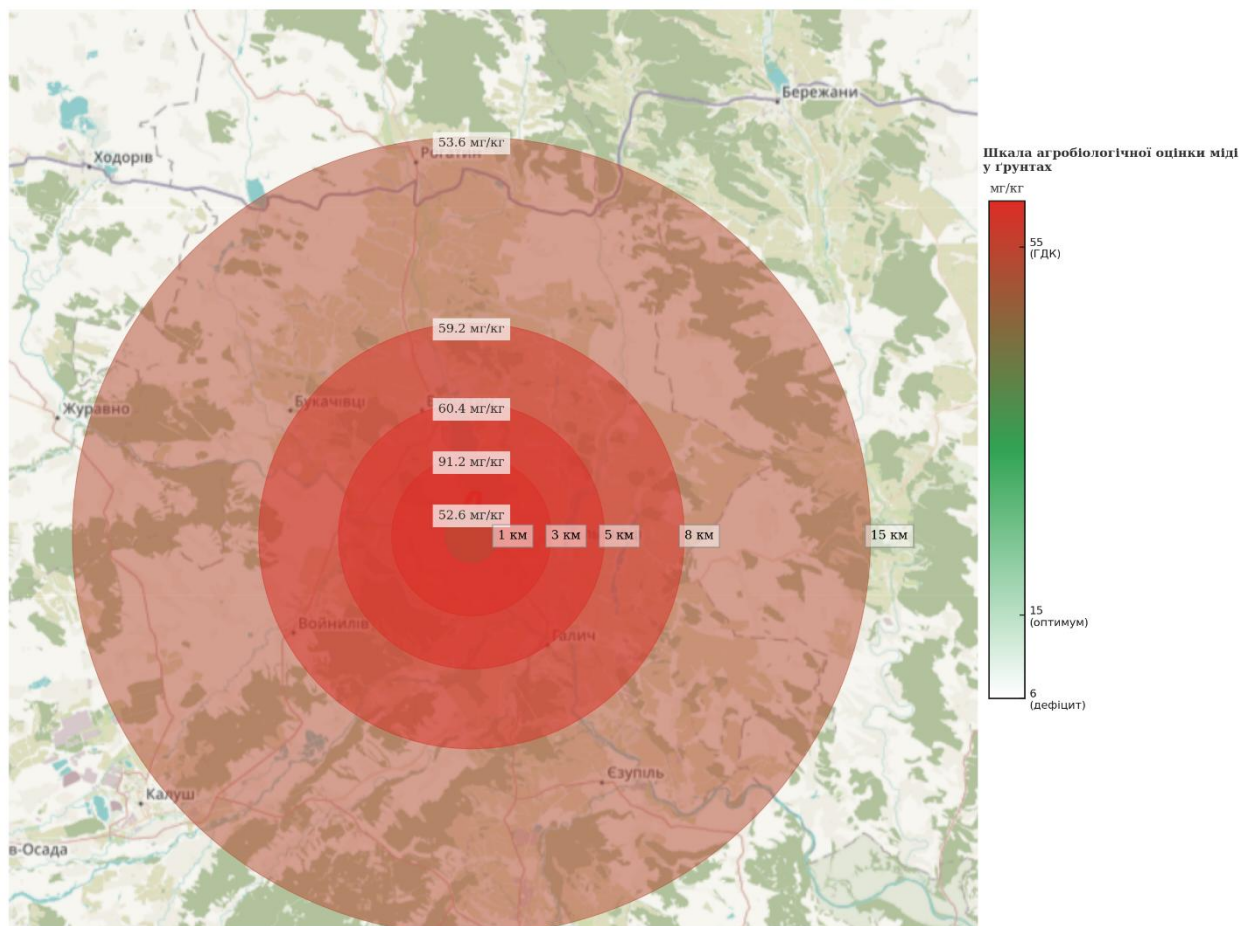


Рис. 3.3. Картосхема забруднення територій міддю в межах 15 км від Бурштинської ТЕС

Свинець (Pb): Розподіл свинцю (рис. 3.4.) на території дослідження демонструє помірний рівень забруднення, без зафіксованих перевищень нормативних показників. Концентрації свинцю на більшості площ знаходяться в межах 13-18 мг/кг, що не перевищує ГДК (30 мг/кг), однак вказує на сталі тенденції до накопичення, особливо в орному шарі ґрунту. Такі значення зафіксовані на відкритих просторах, де спостерігається активний обмін речовин між атмосферою та ґрунтом.

Хімічна поведінка міді пов'язана із її схильністю зв'язуватись з органікою, тому на ділянках з низьким вмістом гумусу можливе вивільнення Pb у доступну

для рослин форму, що створює потенційний фітотоксичний ефект - гальмування росту, затримка фази кущення, пригнічення ферментних систем.

Картосхема забруднення ґрунтів свинцем (Pb)

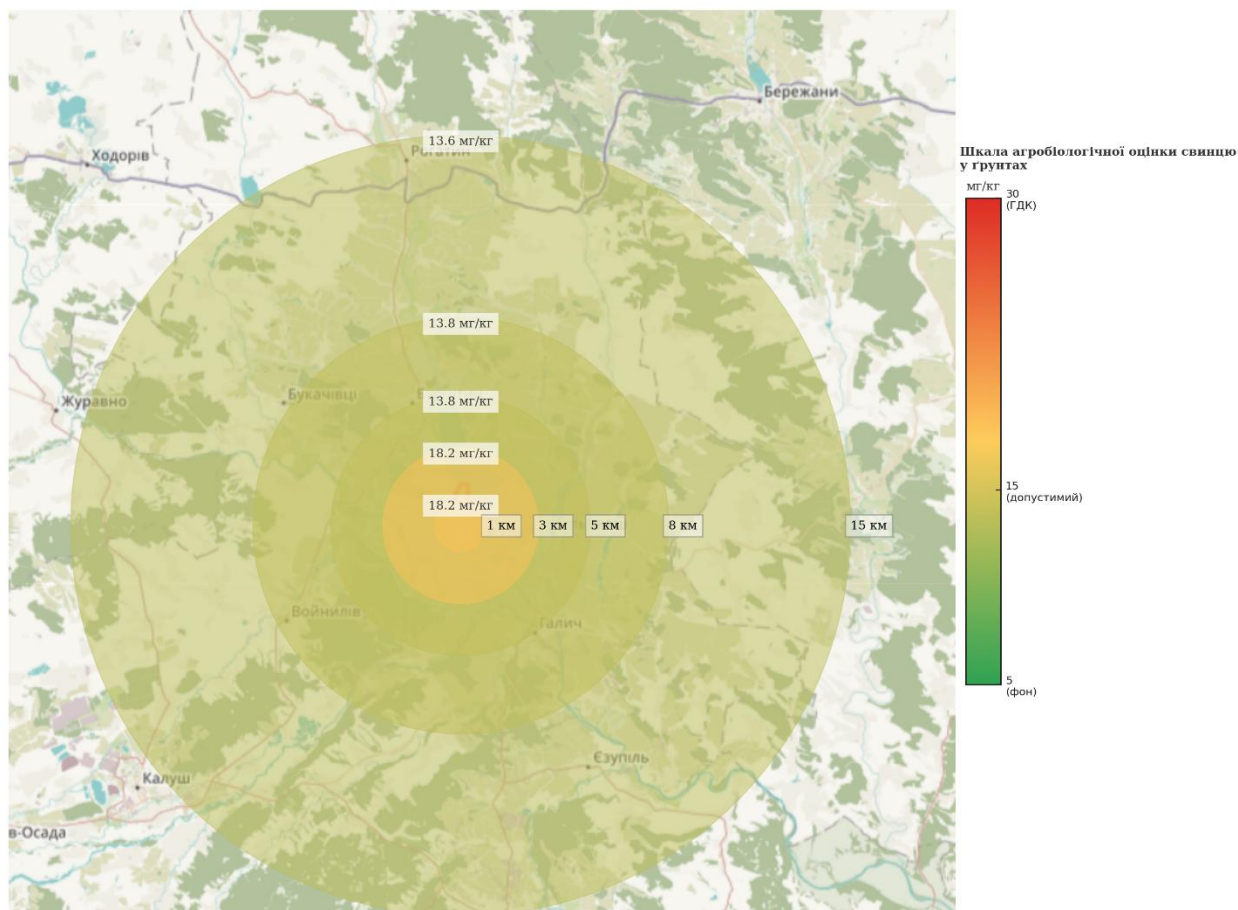


Рис. 3.4. Картосхема забруднення території свинцем в межах 15 км зони від Бурштинської ТЕС

Кобальт (Co): На побудованій карті вмісту кобальту (рис. 3.5) простежується рівномірний, стабільний розподіл, без локальних аномалій. Концентрації Co не перевищують ГДК (50 мг/кг), коливаючись у межах 13 мг/кг. Це свідчить про те, що навіть у зоні прямого впливу Бурштинської ТЕС акумуляція кобальту носить фоновий характер і, найімовірніше, пов'язана з геохімічними особливостями ґрунтів, а не з техногенним забрудненням.

На відміну від свинцю, Co є мікроелементом, необхідним для азотфіксуючих бактерій, і його наявність у межах допустимих концентрацій може навіть підтримувати мікробіологічну активність ґрунтів.

Однак за певних умов, наприклад, різке зниження рН або закислення вод, можливе перехресне зміщення Со у водорозчинну форму. Саме тому важливо фіксувати стабільність цього показника в довготривалій перспективі.

Картосхема забруднення ґрунтів кобальтом (Со)

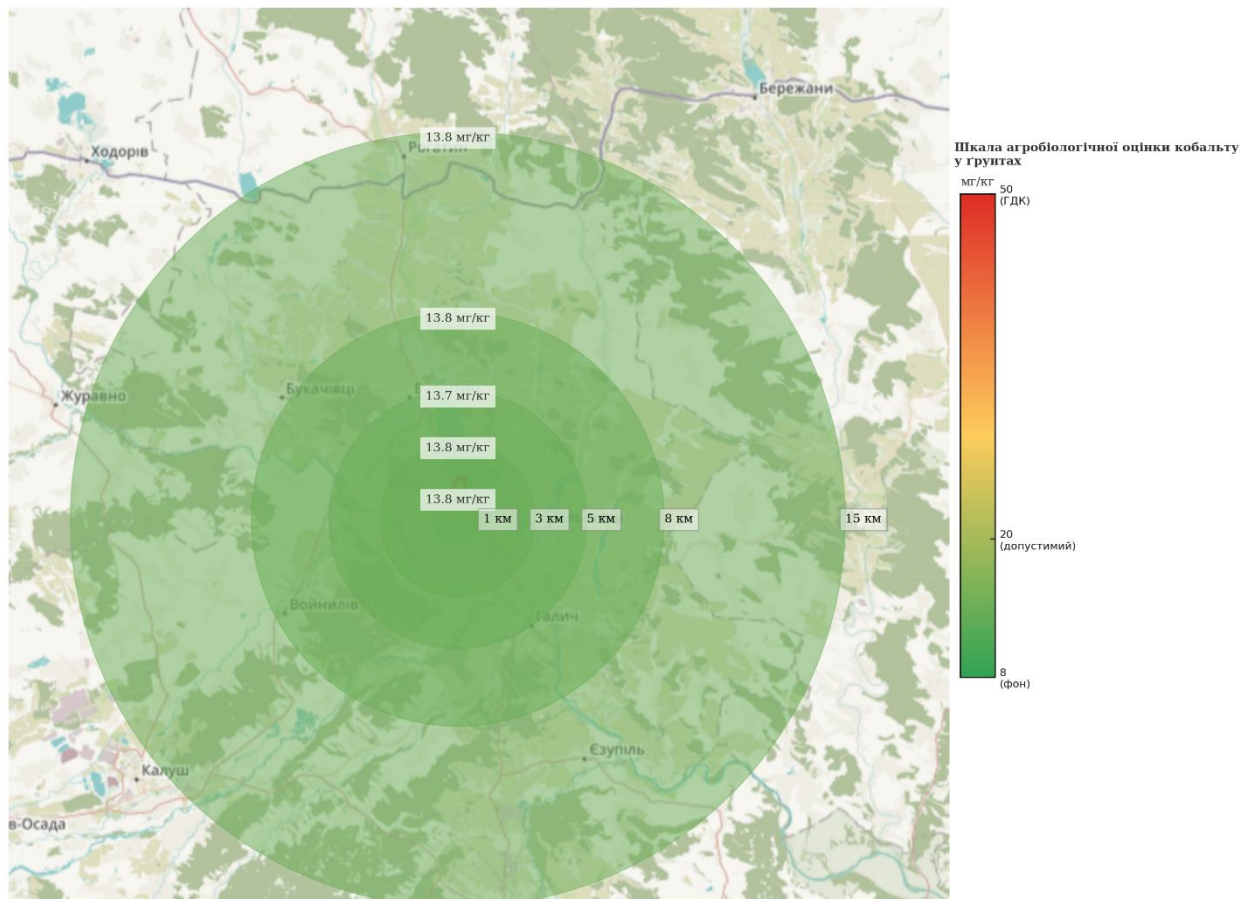


Рис. 3.5. Картосхема забруднення території кобальтом в межах 15 км від Бурштинської ТЕС

Свинець і мідь порушують окисно-відновні процеси в ґрунті, знижують активність ґрунтової біоти (особливо нітрифікаторів і мікоризи), що веде до зменшення родючості. На відкритих ділянках зі спрощеним агроландшафтом ці ефекти проявляються особливо швидко.

Прямий вплив на агросистему - зниження схожості культур, пригнічення росту, накопичення токсичних речовин у зерні та коренеплодах. Найбільша загроза - для культур із глибокою кореневою системою, таких як кукурудза, соняшник.

Також свинець майже не мігрує, проте при розорюванні або ерозії може потрапляти у стік. Мідь і кобальт мають потенціал переходу у водорозчинну форму.

3.4. Населені пункти в зоні ризику та вплив техногенного забруднення на життєдіяльність населення

Розвиток енергетичного комплексу, зокрема діяльність Бурштинської ТЕС, був одним із ключових чинників економічного зростання регіону впродовж другої половини ХХ століття. Водночас, екологічна плата за таку індустріалізацію проявляється через тривале техногенне навантаження на довкілля, наслідки якого найбільш гостро відчуються саме в сільських населених пунктах, розташованих у безпосередній близькості до джерела забруднення. Для більш глибокого аналізу проблематики була створена картосхема використання земельних ресурсів на основі супутникових знімків

2025 року та кругова діаграма розподілення земельних угідь між правим та лівим берегами Дністра (див. рис. 3.6. та 3.7.).

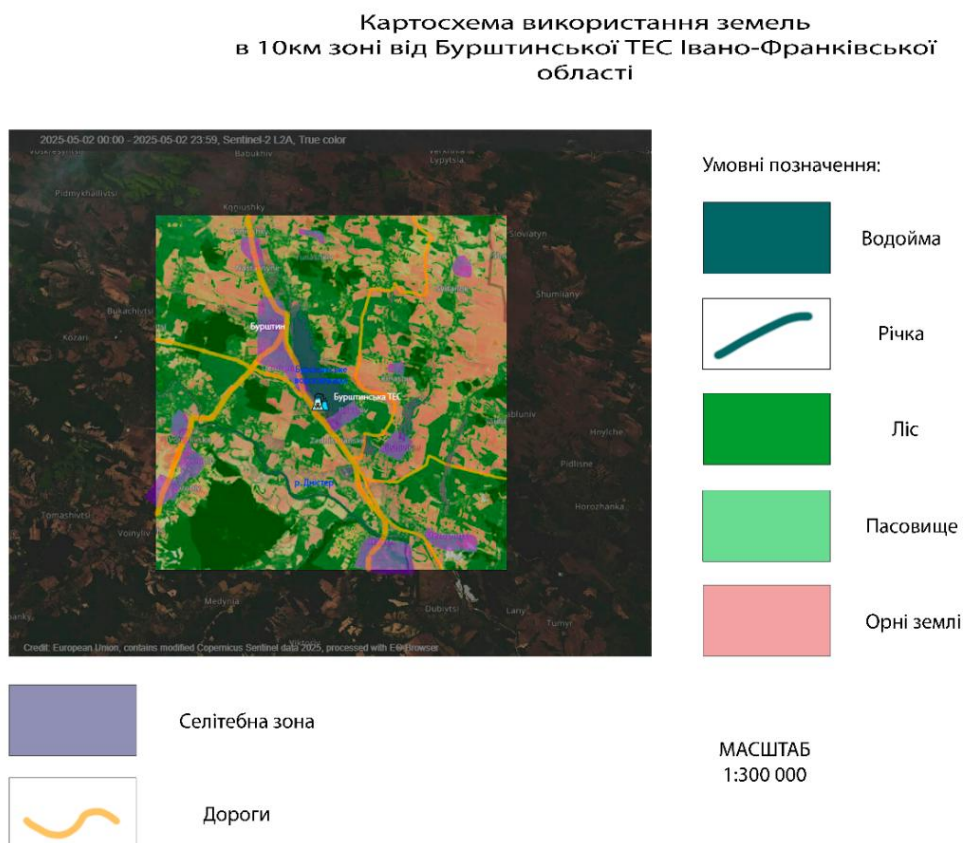


Рис. 3.6. Картосхема використання земельних ресурсів в межах впливу Бурштинської ТЕС

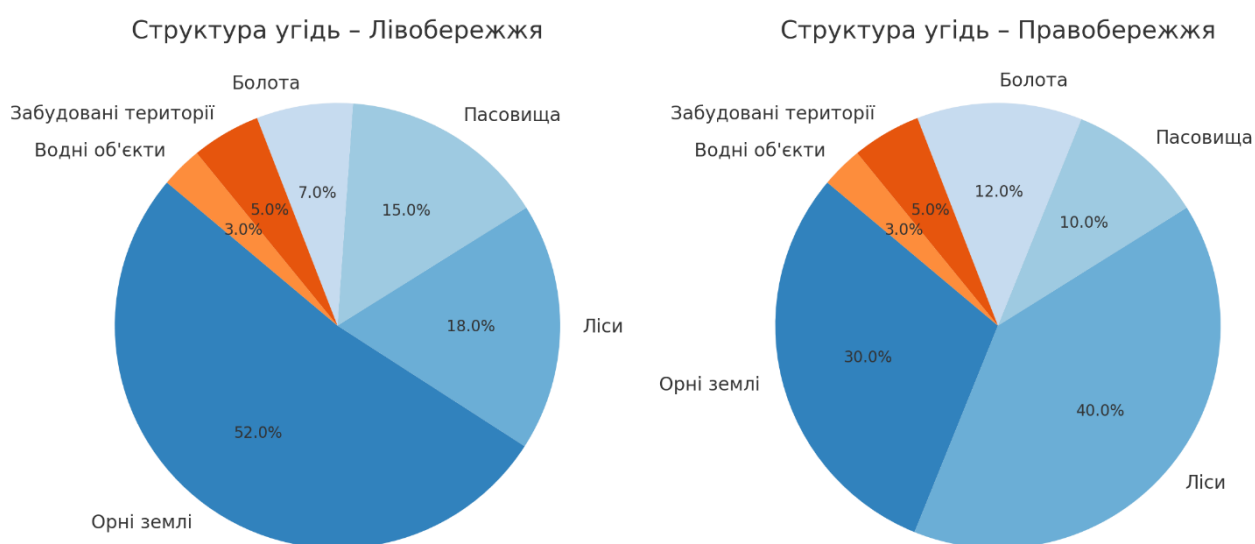


Рис. 3.7. Структура землекористування: лівобережжя та правобережжя річки Дністер

На основі аналізу картосхем вмісту свинцю, міді та кобальту, разом із картою угідь, було визначено три концентричні зони ризику навколо Бурштинської ТЕС:

Критична зона (0-2 км) - місто Бурштин та його південні околиці, а також села Дем'янів і Новий Мартинів. Тут фіксуються стійкі перевищення ГДК по свинцю, порушена структура ґрунтів і деградовані землі.

Зона екологічної напруги (2-5 км) - охоплює частину сіл Задністрянське, Кукільники, Озеряни. Тут концентрації важких металів наближаються до критичних значень, особливо в заплавах річок та на сіножатях.

Зона помірного впливу (5-10 км) - зафіксовані тенденції до накопичення, однак значення переважно в межах фонових. Така зональність підтверджує модель гравітаційного розповсюдження полютантів - найбільш небезпечні речовини осідають на незначній відстані від джерела, особливо при сприятливих погодних умовах (вологість, південно-західний вітер, інверсія повітря).

Структурна деградація і втрата відновного потенціалу Землі, що потрапили в зону критичного навантаження, активно використовуються в аграрному секторі - це підтверджується даними з картосхеми використання угідь, де переважають рілля, пасовища, ліси. Накопичення свинцю в орному горизонті порушує біохімічну рівновагу ґрунту: зменшується активність ферментів; знижується кількість нітрифікуючих бактерій; погіршується доступність макроелементів.

У результаті падає врожайність, особливо у культур з глибокою кореневою системою. Навіть при дотриманні агротехнічних норм, урожай втрачає якість - вміст важких металів у продукції зростає, що вимагає сертифікації або вилучення з харчового ланцюга.

Населені пункти у зоні ризику здебільшого користуються автономними джерелами водопостачання: криницями або неглибокими свердловинами. За умов підвищеної кислотності, ерозійних процесів або закислення ґрунтів відбувається міграція важких металів у водоносні горизонти, особливо в зонах

заболочення (Озеряни, Кукільники). Це створює хронічний ризик для здоров'я людей, який не має миттєвого прояву, але накопичується протягом років.

Найбільший ризик - у селах Дем'янів, Новий Мартинів, Задністрянське, де люди можуть використовувати локальну продукцію і воду з неглибоких джерел. Також присутнє потенційне забруднення харчового ланцюга - головна загроза для вразливих груп (діти, вагітні, літні люди).

Слід наголосити на фактові, що свинець це ураження нервової системи, зниження когнітивних функцій у дітей, ураження печінки, хребта, кісток.

Кобальт за нормальних умов безпечний, але при надходженні у воду в розчиненій формі сприяє порушенням ендокринної системи. Мідь - при високих концентраціях викликає фітотоксичність і алергічні реакції.

Однією з найбільш недооцінених проблем є втрата довіри до території, те що мешканці поступово відмовляються від ведення господарства, зменшується кількість худоби, занепадають фермерські ініціативи. У результаті: деградує соціальна структура сіл; зростає міграція молоді; зменшується економічна активність; формується фонове соціальне напруження, підкріплене погіршенням якості середовища.

Додатково значна частина земель втрачає інвестиційну привабливість. Жоден проєкт органічного виробництва не може бути реалізований без повної меліорації територій. Це ставить під сумнів майбутнє сталого сільського розвитку у зоні впливу ТЕС.

Вплив забруднення ґрунтів важкими металами на населені пункти в межах зони дії Бурштинської ТЕС має багатовекторний характер: біологічний (накопичення металів у продуктах); соціальний (занепад агроєкономіки); медичний (хронічні токсичні ураження); правовий (втрата права на повноцінне землекористування).

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

Для стабілізації ситуації доцільно: ввести локальні плани екологічної безпеки; створити екологічний паспорт території громади; інвентаризувати

грунти із перевищенням ГДК; розробити механізми компенсаційних заходів для власників деградованих ділянок.

3.5. Пропозиції щодо раціонального використання та екореставрації земель у зоні впливу ТЕС

Результати проведеного просторового аналізу засвідчують наявність значних територіальних відмінностей у ступені техногенного навантаження в межах 30-кілометрової зони навколо Бурштинської ТЕС. Частина земель вже зазнала суттєвих змін у структурі ґрунтового покриву, біологічній продуктивності та санітарній якості. Водночас значна частина територій зберігає потенціал до екологічно збалансованого використання за умови впровадження адаптивних підходів до землекористування.

На підставі картосхем вмісту важких металів (свинець, мідь, кобальт), аналізу типів ґрунтів та характеру використання земель, доцільно виокремити три функціональні зони:

Зона екологічного відновлення (0-2 км) - території з перевищенням ГДК свинцю, деградованим ґрунтовим покривом і порушеним агробіоценозом. Рекомендовано: повна заборона вирощування харчових культур; створення технічних лісонасаджень і захисних смуг; фіторе mediaція з використанням рослин-аккумуляторів (гірчиця, ріпак, амарант); тимчасове консерваційне землекористування.

Зона обмеженого агровикористання (2-5 км) - землі з наближенням до критичних значень забруднення. Потребують посиленого контролю. Рекомендовано: селективне землеробство з пріоритетом непродовольчих культур (льон, енергетичні рослини); лабораторний моніторинг продукції та ґрунтів; внесення органо-мінеральних сорбентів і вапнування для зниження мобільності поллютантів.

Умовно стабільна зона (5-10 км) - території без перевищення ГДК, однак з виявленими тенденціями до накопичення. Рекомендовано: традиційне сільське господарство з елементами органічного підходу; збереження лісосмуг, дотримання сівозміни; розширення біологічного контролю за родючістю ґрунтів.

Для досягнення сталого результату необхідно не лише обмежити використання забруднених ділянок, а й розпочати цілеспрямовану екологічну

реабілітацію, зокрема: створення екологічних буферів (захисні лісосмути, природні поля-фільтри навколо сіл і водойм); впровадження фітомеліоративних технологій, що передбачають висадку культур, здатних поглинати і утримувати токсиканти; створення польових дослідних полігонів для моніторингу змін концентрацій металів у ґрунті в динаміці; інвентаризація деградованих земель і включення їх до кадастрового обліку з відповідним правовим режимом (обмеження використання, податкові пільги).

У сучасних умовах наявність посттехногенних земель вимагає інтеграції екологічного чинника у системи територіального планування. Треба передбачати в схемах планування громад ділянки санітарно-захисного типу; інтегрувати результати картографування забруднення у місцеву ГІС-систему; розробити "екопаспорт" кожної категорії землі (з інформацією про ГДК, ґрунти, історію впливу); залучити інститути землеустрою до створення моделей раціонального перепрофілювання територій.

Землі в зоні впливу Бурштинської ТЕС не є повністю втраченими для господарства - при правильному зонуванні та впровадженні природоорієнтованих підходів вони можуть отримати нове функціональне навантаження. Однак це потребує: узгодженої дії місцевого самоврядування, науковців і громади, системного моніторингу екологічного стану та створення локальної стратегії відновлення та адаптивного землекористування.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеного дослідження сформульовано такі висновки:

1. Картографування стану земель у 30-кілометровій зоні навколо Бурштинської ТЕС є ефективним інструментом просторового аналізу техногенного навантаження. В основі дослідження - використання геоінформаційних технологій, супутникових знімків, аналітичних картографічних джерел і наукових публікацій. Це дозволило створити багаторівневу систему оцінки стану довкілля.
2. У теоретичному розділі окреслено нормативно-правові засади та технічні стандарти землеустрою й картографування. Проаналізовано чинне законодавство у сфері охорони земель, стандарти ГІС-технологій, принципи нормування забруднення та значення екологічної безпеки як основи сталого землекористування.
3. У межах зони впливу Бурштинської ТЕС встановлено наявність різних типів ґрунтів, які по-різному реагують на техногенне навантаження. Дерново-підзолисті ґрунти, що переважають у північній частині території, мають низьку буферну здатність і підвищену кислотність, що сприяє міграції важких металів. Навпаки, сірі опідзолені ґрунти у південній частині мають кращу стійкість до забруднення.
4. Аналіз просторового розподілу важких металів (мідь, свинець, кобальт) засвідчив наявність чітко виражених зон накопичення. Зокрема, вміст міді перевищує ГДК у межах 1,5-2 км від ТЕС. Свинець і кобальт не перевищують нормативні значення, але свинець має тенденцію до акумуляції в орному шарі. Така інформація має критичне значення для формування екологічно безпечного землекористування.
5. Побудовано п'ять тематичних картосхем: карта ґрунтів, три карти забруднення (міді, свинцю, кобальту), карта угідь. Вони розроблені у середовищі QGIS та оформлені відповідно до стандартів - з легендами, умовними позначеннями та експортуванням у формати PNG і PDF.

6. Результати дослідження можуть бути використані для планування екологічного зонування, управління деградованими землями та розробки програм сталого розвитку після припинення діяльності Бурштинської ТЕС. Вони також є підґрунтям для внесення змін у структуру землекористування з урахуванням екологічної вразливості ґрунтів.
7. Використання геоінформаційних систем і комплексних аналітичних методів у межах дипломної роботи довело свою ефективність.
8. Інтеграція даних із 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 використаних джерел

1. Земельний кодекс України від 02.05.2002 № 4492-VI. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-15>
2. Закон України "Про землеустрій" від 22.05.2003 № 858-IV. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15>
3. Закон України "Про охорону земель" від 19.06.2003 № 962-IV. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15>
4. Закон України «Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності» від 17.11.2009 № 1559-VI. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1559-17>
5. Закон України «Про Державний земельний кадастр» від 07.07.2011 № 2778-VI. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2778-15>
6. Закон України «Про планування і забудову територій» від 16.11.2000 № 2150-III. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2150-14>
7. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» від 17.02.2011 № 3038-VI. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>
8. Закон України «Про порядок виділення в натурі (на місцевості) земельних ділянок власникам земельних часток (паїв)» від 05.06.2003 № 997-IV. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/997-15>

9. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” від 25.06.1991 № 1264-XII. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
10. Закон України “Про державну експертизу землевпорядної документації” від 17.05.2007 № 1002-V. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1002-15>
11. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23.12.2010 № 2818-VI. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-15>
12. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Порядку зміни цільового призначення земель, які перебувають у власності громадян або юридичних осіб” від 11.04.2002 № 502. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/502-2002-%D0%BF>
13. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження типового договору про розроблення проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки” від 04.03.2004 № 272. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/272-2004-%D0%BF>
14. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Порядку розроблення проектів землеустрою щодо відведення земельних ділянок” від 26.05.2004 № 677. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/677-2004-%D0%BF>
15. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Порядку розроблення проектів землеустрою з організації та встановлення меж територій природно-заповідного фонду, іншого природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення” від 15.04.2004 № 511. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/511-2004-%D0%BF>]
16. Про основи національної безпеки України: Закон України від 19.06.2003 № 964-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.zakon.rada.gov.ua>

17. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 26.06.1991 № 1268-ХІІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.zakon.rada.gov.ua>.
18. Пріоритети державної політики щодо зниження забруднення навколишнього середовища: Аналітична записка [Електронний ресурс] / Національний інститут стратегічних досліджень при Президентові України. – Режим доступу : [http:// www.niss.gov.ua/](http://www.niss.gov.ua/).
19. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України "Про затвердження Вимог до технічного і технологічного забезпечення виконавців топографо-геодезичних і картографічних робіт" від 11.02.2014 № 65. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0395-14#Text>
20. Про затвердження Вимог до технічного і технологічного забезпечення виконавців топографо-геодезичних і картографічних робіт від 11.02.2014 № 395/25172 [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.zakon.rada.gov.ua>.
21. Наказ Державного комітету з питань земельних ресурсів "Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою" від 02.12.2016 № 509. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1646-16#Text>
22. Наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України "Про затвердження Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98)" від 09.04.1998 № 56. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text>
23. Наказ Державного комітету України із земельних ресурсів "Про затвердження Інструкції про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками" 1 від 18.05.2010 № 376. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0391-10#Text>

24. Генерація Бурштинська ТЕС <https://join.dtek.com/ua/burstinska-tes/>
25. Інвестиційний паспорт міста Бурштина https://burshtyn-rada.gov.ua/wp-content/uploads/2015/03/burshtyn_ip_ukr-amer-burshtyn.org.ua.pdf
26. Загальні положення про відокремлений підрозділ ВАТ «Західенерго» Бурштинська ТЕС – Львів 2005.
27. Стан довкілля у річкових долинах з катастрофічними паводками. Перший етап екологічних досліджень на Дністровському протипаводковому полігоні (2012-2018 рр.): монографія / О. Адаменко, Д. Зорін; за ред. О. Адаменка. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ., 2018. – 240 с.
28. Звіт з оцінки впливу на довкілля Нарощування золівдвалів №1 та №2 (реконструкція) ВП «БУРШТИНСЬКА ТЕС» АТ «ДТЕК ЗАХІДЕНЕРГО» 2019262788 - Київ, 2019. - 353 С. URL.: <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/2788/reports/889b68ebfb473919493900eb3a0c8579.pdf>
29. Shuvar I. A., Shuvar A. I. Ekologichni aspekty formuvannia ahrotsenoziv u zoni vplyvu Burshtynskoi TES. VIII Mezhdunarodnaia nauchno-praktycheskaia Ynternet-konferentsyia «Spetsproekt: analiz nauchnykh yssledovanyi» (30–31 maia 2013h.) URL.: http://www.confcontact.com/2013-specproekt/eg2_shuvar.html
30. Вітер Р.М. Тенденції змін та структурна організація бучин Опілля під впливом антропогенних факторів // Науковий вісник: Природні екосистеми Карпат в умовах посиленого антропогенного впливу. - Ужгород: Ужгородський ун-т. - 2001. - № 9. - С. 245-247
31. Сервісний портал про Україну 24/7. <https://visitukraine.today/uk/blog/2494/mines-in-ukraine-what-is-the-importance-of-the-coal-industry-for-the-country?srsId=AfmBOopgHW0IXzE1J5MdRI1BDhXzP0m7EXbJjPnZ6bWsjGHkobAH-x-#rozvitok-saxtarstva-do-2014-roku>
32. Вільна енциклопедія Вікіпедія. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D1%88%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%A2%D0%95%D0%A1

33. Звіт про стратегічну екологічну оцінку Програми економічного і соціального розвитку Івано-Франківської області на 2024 рік
34. Адаменко, Я. О., М. М. Приходько, and В. Ф. Головчак. "Програма охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області до 2015 року." Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування 1 (2012): 4-14.
35. Приходько, М. М. "Загрози біорізноманіттю на території Івано-Франківської області та шляхи їх усунення." (2009).
36. Адаменко, Ярослав Олегович. "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).
37. Адаменко, О. М. "1-а Міжнародна науково-практична конференція Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 20-22 вересня 2012 р., м. Івано-Франківськ." Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування 2 (2013): 78-84.
38. Адаменко, Олег Максимович, Василь Миколайович Гуцуляк, and Анатолій Васильович Гудзевич. "Сучасна екологічна ситуація в м. Івано-Франківську та система забезпечення екологічної безпеки міської території." (2006).
39. Кошлак, Г. В. "ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ДЛЯ ТЕРИТОРІЙ ВПЛИВУ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС." Ecological Safety & Balanced Use of Resources 20.2 (2019).
40. Адаменко, Я. О. "ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗОЛОВІДВАЛУ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС НА СТАН ҐРУНТОВИХ ВОД." Ecological Safety & Balanced Use of Resources 20.2 (2019).
41. 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, 6-7 березня 2025 р. - 97-99 с.

42. OpenStreetMap [Елекстронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.openstreetmap.org/>

43. Адаменко Я. О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація.

44. Приходько М. М. Оцінка антропогенного впливу на природне середовище та обґрунтування геоекологічних засад раціонального природокористування в Івано-Франківській області.

45. Чичул, Х-ММ, Я. М. Семчук, and Г. Д. Лялюк-Вітер. "Оцінка антропогенного перетворення ландшафту в зоні впливу підприємства Бурштинська ТЕС ПАТ" ДТЕК Західенерго". (2020).