

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) захисту рослин, біотехнологій та екології

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету захисту
рослин, біотехнологій та екології**
_____ **Юлія КОЛОМІЄЦЬ**
(підпис)

«__» _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри екології
агросфери та екологічного контролю**
_____ **Олена НАУМОВСЬКА**
(підпис)

«__» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Втрати лісових насаджень внаслідок військових дій»

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма «Екологія»

Гарант освітньої програми

доктор педагогічних наук, професор _____ **Володимир БОГОЛЮБОВ**
(підпис)

Керівник бакалаврської

кваліфікаційної роботи (проекту) _____ **Марина Ладика**
канд. с.-г. наук, доцент (підпис)

Виконав

_____ **Слепченко Ігор**
(підпис)

Київ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

екології агросфери та екологічного контролю

канд. с.-г. наук, доцент _____ Олена НАУМОВСЬКА

« ____ » _____ 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ**

Слепченка Ігора Ігоровича

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітньо-професійна програма «Екологія»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Втрати лісових насаджень
внаслідок військових дій»

затверджена наказом від «27» 10 2025 р. №2537 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру «30» травня 2026 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи:

оформлення роботи відповідно до діючого «Положення про виконання
бакалаврської кваліфікаційної роботи», а роботу оформити у вигляді таблиць,
графіків, фотографій.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Проаналізувати пошкодження лісових насаджень за матеріалами актів лісових пожеж.
2. Оцінити динаміку втрат лісового покриву у період повномасштабного вторгнення.
3. Дослідити просторовий розподіл втрат із використанням ГІС-технологій.

4. Виконати розрахунок екологічних збитків, завданих лісовим ресурсам;
5. Розробити заходи зі стабілізації стану та відновлення пошкоджених лісових територій.

Перелік графічних документів (за необхідності).

Дата видачі завдання «30» червня 2025 р.

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

(підпис)

Марина Ладика
(прізвище та ініціали)

Завдання взяла до виконання

(підпис)

Слепченко Ігор
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Бакалаврську кваліфікаційну роботу виконано на 62 сторінках, містить 2 таблиці, 18 рисунків та 46 джерел використаної літератури.

Мета дослідження – провести комплексний аналіз втрат лісових насаджень унаслідок військових дій на прикладі ДП «Іванківське лісове господарство» з використанням матеріалів актів обстеження, супутникових даних та геоінформаційних технологій, а також здійснити оцінку екологічних збитків і визначити напрями відновлення лісових екосистем

Завдання, поставлені для досягнення мети:

- проаналізувати пошкодження лісових насаджень за матеріалами актів лісових пожеж;
- оцінити динаміку втрат лісового покриву у період повномасштабного вторгнення;
- дослідити просторовий розподіл втрат із використанням ГІС-технологій;
- виконати розрахунок екологічних збитків, завданих лісовим ресурсам;
- розробити заходи зі стабілізації стану та відновлення пошкоджених лісових територій.

Об'єкт дослідження – лісові екосистеми в умовах військового впливу.

Предмет дослідження – масштаби, динаміка та наслідки втрат лісових насаджень, а також підходи до їх оцінки та відновлення на території ДП «Іванківське лісове господарство».

У роботі проведено аналіз втрат лісових насаджень на основі матеріалів актів лісових пожеж, супутникових даних та геоінформаційних систем. Встановлено, що найбільші втрати деревного покриву в період 2022–2024 років спостерігалися на територіях активних бойових дій, зокрема в Київській області та Іванківській територіальній громаді. За даними платформ Global Forest Watch і FIRMS підтверджено зв'язок між військовими діями,

виникненням масштабних пожеж та деградацією лісових екосистем. Розрахунок екологічних збитків, виконаний відповідно до чинної методики, показав, що загальна сума втрат становить 22,779 млн грн. Запропоновано комплекс заходів щодо розмінування територій, відновлення ґрунтового покриву, лісовідновлення та моніторингу стану пошкоджених лісових екосистем.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: лісові насадження, військові дії, лісові пожежі, екологічні збитки, лісовідновлення, геоінформаційні системи, Global Forest Watch, FIRMS, Іванківське лісове господарство, Київська область.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ТНТ – тринітротолуол

ГІС – геоінформаційні системи

FIRMS – Fire Information for Resource Management System

АЕС – атомна електростанція

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

NDVI – Normalized Difference Vegetation Index

ОТГ – об'єднана територіальна громада

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	6
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ.....	11
1.1. Лісові екосистеми як компонент природного середовища та їх екологічне значення.....	11
1.2. Лісові екосистеми та їх вразливість до антропогенних і військових факторів.....	13
1.3. Основні механізми впливу військових дій на лісові насадження...	15
1.4. Хімічні наслідки військових дій: токсиканти та забруднення лісових екосистем.....	18
1.5. Нормативно-правове регулювання охорони лісів під час збройних конфліктів.....	20
1.6. Методичні підходи до оцінки втрат лісових насаджень.....	22
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
2.1. Характеристика території дослідження (Іванківська об'єднана територіальна громада Вишгородського району Київської області)....	24
2.2. Польові методи дослідження пошкоджених лісових насаджень...	29
2.3. Аналіз матеріалів лісогосподарських підприємств (акти про лісові пожежі та пошкодження насаджень).....	31
2.4. Дистанційні методи оцінки стану лісових масивів.....	33
2.5. Методика оцінки втрат лісових насаджень унаслідок військових дій.....	35
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ВТРАТ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ УНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ.....	38
3.1. Аналіз пошкодження лісових насаджень за матеріалами актів пожеж Іванківського лісового господарства.....	38

3.2. Аналіз втрат лісових насаджень у період повномасштабного вторгнення.....	42
3.3. Дослідження втрат лісових насаджень Київської області з використанням ГІС-технологій.....	45
3.3.1. Дослідження втрат лісових насаджень із даних Global Forest Watch.....	45
3.3.2. Дослідження втрат лісових насаджень за даними системи FIRMS (Fire Information for Resource Management System) для виявлення осередків пожеж.....	51
3.4. Розрахунок екологічних збитків та вартості першочергових відновлювальних заходів.....	53
3.5. Розробка заходів зі стабілізації стану та відновлення пошкоджених лісових територій.....	57
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60

ВСТУП

Сучасні виклики у сфері екологічної безпеки, зумовлені військовими діями, суттєво трансформують підходи до оцінки стану природних ресурсів, зокрема лісових екосистем. Ліси виконують ключові екологічні функції, включаючи кліматорегулюючу, водоохоронну, ґрунтозахисну та біорізноманіття-зберігаючу, а також є важливим ресурсом для економічного розвитку. В умовах повномасштабного вторгнення на територію України значна частина лісових масивів зазнала руйнування внаслідок бойових дій, пожеж, мінування та техногенного впливу, що призвело до порушення їх екологічної рівноваги та функціонування.

Актуальність теми дослідження визначається необхідністю комплексної оцінки втрат лісових насаджень, спричинених військовими діями, та формування науково обґрунтованих підходів до їх відновлення. З одного боку, лісові ресурси зазнають прямого фізичного знищення внаслідок пожеж, вибухів і механічних пошкоджень, з іншого – відбувається їх функціональна деградація, що проявляється у зниженні продуктивності, втраті біорізноманіття та погіршенні екологічних властивостей. Незважаючи на наявність нормативно-правової бази щодо оцінки збитків і ведення лісового господарства, питання кількісної оцінки втрат та аналізу їх просторового розподілу в умовах воєнного часу залишаються недостатньо дослідженими, особливо на рівні окремих лісогосподарських підприємств. У цьому контексті особливого значення набуває дослідження втрат лісових насаджень на прикладі ДП «Іванківське лісове господарство», яке перебувало в зоні активних бойових дій.

Мета дослідження – провести комплексний аналіз втрат лісових насаджень унаслідок військових дій на прикладі ДП «Іванківське лісове господарство» з використанням матеріалів актів обстеження, супутникових даних та геоінформаційних технологій, а також здійснити оцінку екологічних збитків і визначити напрями відновлення лісових екосистем.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати пошкодження лісових насаджень за матеріалами актів лісових пожеж.
2. Оцінити динаміку втрат лісового покриву у період повномасштабного вторгнення.
3. Дослідити просторовий розподіл втрат із використанням ГІС-технологій.
4. Виконати розрахунок екологічних збитків, завданих лісовим ресурсам.
5. Розробити заходи зі стабілізації стану та відновлення пошкоджених лісових територій.

Об’єкт дослідження – лісові екосистеми в умовах військового впливу.

Предмет дослідження – масштаби, динаміка та наслідки втрат лісових насаджень, а також підходи до їх оцінки та відновлення на території ДП «Іванківське лісове господарство».

Методи дослідження: аналіз нормативно-правових і наукових джерел, методи порівняльного та статистичного аналізу, картографічні та геоінформаційні методи, дистанційне зондування Землі, системний підхід до оцінки екологічних втрат.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання для підвищення ефективності управління лісовими ресурсами в умовах післявоєнного відновлення, удосконалення методів оцінки екологічних збитків, планування лісовідновлювальних заходів, а також формування державної екологічної політики та програм відновлення природних екосистем.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ

1.1. Лісові екосистеми як компонент природного середовища та їх екологічне значення

Лісові екосистеми є одним із ключових компонентів біосфери, що виконують комплекс екологічних, економічних та соціальних функцій. Вони формують складні біогеоценози, в яких відбувається взаємодія рослинних, тваринних організмів, мікроорганізмів та абіотичних факторів середовища. Завдяки високій біологічній продуктивності ліси відіграють провідну роль у підтриманні глобального екологічного балансу, зокрема у регулюванні клімату, кругообігу речовин та енергії, а також збереженні біорізноманіття [1].

Однією з найважливіших функцій лісових екосистем є їх участь у глобальному вуглецевому циклі. Ліси виступають потужними поглиначами вуглекислого газу, акумулюючи його у вигляді органічної речовини в деревині, підстилці та ґрунті. За оцінками Food and Agriculture Organization, ліси світу щорічно поглинають значні обсяги CO₂, що дозволяє зменшувати темпи глобального потепління [2].

Водночас знищення лісів, у тому числі внаслідок військових дій, призводить до вивільнення накопиченого вуглецю та посилення парникового ефекту.

Лісові екосистеми також виконують важливу кліматорегулюючу функцію на регіональному рівні. Вони впливають на температурний режим, вологість повітря, інтенсивність опадів та швидкість вітру. Завдяки транспірації та випаровуванню ліси сприяють формуванню локальних кліматичних умов, що особливо важливо для підтримання стабільності агроландшафтів і водних ресурсів [3].

Не менш значущою є ґрунтозахисна функція лісів. Коренева система дерев запобігає ерозії ґрунтів, зменшує поверхневий стік води та сприяє накопиченню гумусу. Лісова підстилка виконує роль природного фільтра, який затримує забруднюючі речовини та забезпечує очищення води. Таким чином, ліси відіграють ключову роль у збереженні родючості ґрунтів і запобіганні деградаційним процесам [4].

Важливим аспектом є водорегулююча функція лісових екосистем. Ліси забезпечують акумуляцію та поступове вивільнення води, що сприяє стабілізації гідрологічного режиму територій. Вони зменшують ризик паводків, посух і замулення водних об'єктів. У цьому контексті лісові масиви розглядаються як природні регулятори водного балансу територій [1].

Окрім цього, ліси є осередками біорізноманіття. Вони забезпечують середовище існування для значної кількості видів флори і фауни. За даними United Nations Environment Programme, понад 80 % наземних видів живих організмів пов'язані з лісовими екосистемами [5]. Знищення або пошкодження лісів призводить до втрати середовищ існування, що має незворотні наслідки для біорізноманіття.

В умовах України лісові екосистеми мають особливе значення у зв'язку з їх обмеженим поширенням та високим антропогенним навантаженням. Відповідно до Лісового кодексу України, ліси виконують переважно екологічні функції і підлягають державній охороні [6].

Особливо це стосується регіонів, які зазнали впливу військових дій, де лісові насадження виконують роль бар'єрів проти поширення пилу, радіонуклідів та інших забруднювачів.

Таким чином, лісові екосистеми є стратегічно важливим елементом природного середовища, що забезпечує стабільність екологічних процесів як на глобальному, так і на локальному рівнях. Їх збереження є одним із пріоритетних завдань екологічної політики, особливо в умовах збройних конфліктів, які спричиняють масштабні втрати лісових насаджень та порушення природних зв'язків у біогеоценозах.

1.2. Лісові екосистеми та їх вразливість до антропогенних і військових факторів

Лісові екосистеми є одними з найбільш чутливих компонентів довкілля до різного роду зовнішніх впливів, особливо антропогенних та військових. Антропогенний вплив проявляється у вигляді вирубки, рекреаційного навантаження, зміни землекористування, забруднення ґрунтів, води та повітря, а також інтродукції чужорідних видів. Постійне навантаження призводить до зменшення біорізноманіття, порушення структурної цілісності лісів, деградації ґрунтів та зниження продуктивності деревостанів [1].

Лісові екосистеми є одними з найважливіших компонентів природного середовища, оскільки виконують ключові екологічні функції, зокрема регулювання водного та вуглецевого балансів, підтримання біорізноманіття та стабілізацію ґрунтів. Їх екологічна стійкість залежить від комплексної динаміки взаємодії біотичних та абіотичних факторів, а також від рівня зовнішніх навантажень. Антропогенний вплив на ліси включає господарську діяльність, зміну клімату, вирубку і рекреаційне використання, що призводить до погіршення санітарного стану, зниження продуктивності та втрати структурної цілісності екосистем [2]. Сучасні дослідження показують, що змінений клімат, зокрема підвищення температур та посухи, підсилює природні стреси в лісах, що в свою чергу збільшує їх вразливість до пожеж, хвороб і шкідників [7].

Антропогенні чинники спричиняють зміни фізичних, хімічних та біологічних характеристик лісових масивів. Наприклад, господарські рубки часто порушують ґрунтовий покрив і знижують здатність ґрунту утримувати вологу, що підвищує ризик ерозії та пересихання. Ці зміни особливо помітні у лісостепових та полісних регіонах України, де відбувається інтенсивне використання лісових ресурсів [8]. Додатковим негативним фактором є забруднення повітря та водних об'єктів, що може призвести до

систематичного ослаблення деревостанів та змін у видовому складі рослинних угруповань.

Військові дії є ще одним потужним джерелом дестабілізації лісових екосистем. Вони поєднують механічні, теплові та хімічні стреси, які значно перевищують природні або типові антропогенні навантаження. У ході бойових дій важка техніка, обстріли, вибухи та пожежі руйнують структуру лісів, змінюють топографію та порушують верхній шар ґрунту, що призводить до значних втрат біомаси. Це підтверджують дані сучасних досліджень, які показують численні ушкодження лісових масивів під час збройного конфлікту в Україні: на деяких територіях було втрачено десятки тисяч гектарів лісу [9].

Окрім механічних ушкоджень, військові дії супроводжуються активізацією пожеж, які виникають через обстріли, падіння боєприпасів або підпали. Такі пожежі мають значно більший масштаб впливу, ніж природні або господарські, оскільки відбуваються в умовах порушеної структури екосистеми, ослабленого деревостану та зміненого гідрологічного режиму. Наслідки пожеж включають знищення органічного шару ґрунту, втрату насаджень, деградацію біотопів і зміну режиму водних потоків.

Особливу роль у вразливості лісів відіграє накопичення токсичних продуктів, пов'язаних із вибухами та горінням пального. Вибухові речовини і продукти їх горіння можуть накопичуватися у ґрунті, воді та біомасі рослин, викликаючи довготривалі зміни в метаболізмі рослин та мікрофлори ґрунту, що ускладнює процеси природного відновлення екосистеми після порушення.

Таким чином, вразливість лісових екосистем до антропогенних та військових факторів зумовлена їхньою екологічною структурою, залежністю від стабільного середовища та чутливістю до зовнішніх навантажень. Підвищення цієї вразливості в умовах збройних конфліктів потребує комплексного підходу до оцінки ризиків, моніторингу та відновлення лісових територій після завершення бойових дій.

1.3. Основні механізми впливу військових дій на лісові насадження

Військові дії чинять комплексний і багатофакторний вплив на лісові екосистеми, який реалізується через низку взаємопов'язаних механізмів: механічні пошкодження, пожежі, хімічне забруднення, зміни ґрунтового покриву та порушення гідрологічного режиму. Сукупна дія цих факторів призводить до деградації лісових насаджень, зниження їх продуктивності та втрати екологічних функцій.

Одним із основних механізмів є механічне руйнування лісових насаджень. У процесі бойових дій відбувається пряме пошкодження деревостанів внаслідок вибухів, обстрілів, падіння боєприпасів та переміщення важкої військової техніки. Це призводить до знищення надземної частини рослин, пошкодження корневих систем та ущільнення ґрунту. Як зазначається у наукових дослідженнях, пересування техніки та облаштування фортифікацій супроводжується руйнуванням рослинного покриву та зміною структури ґрунтів, що ускладнює природне відновлення лісів [10].

Другим ключовим механізмом є виникнення та поширення лісових пожеж, які є одними з найбільш руйнівних наслідків військових дій. Пожежі часто виникають внаслідок обстрілів, детонації боєприпасів та займання сухої рослинності. За даними досліджень, у регіонах активних бойових дій значна частина пожеж має саме військове походження, а їх інтенсивність і площа значно перевищують природні показники [11]. В Україні у 2022 році кількість лісових пожеж суттєво зросла, а основними причинами стали ракетні удари, артилерійські обстріли та наявність вибухонебезпечних предметів [12]. Пожежі призводять до повного або часткового знищення деревостанів, деградації ґрунтів і значних викидів вуглецю в атмосферу.

Важливим механізмом є також хімічне забруднення лісових екосистем. У процесі бойових дій у довкілля потрапляють продукти згоряння пального, вибухові речовини, важкі метали та інші токсиканти. Вони накопичуються у ґрунті та рослинності, порушують фізіологічні процеси у рослин і негативно

впливають на ґрунтову мікрофлору. Науковці відзначають, що залишки боєприпасів, уламки техніки та паливно-мастильні матеріали є джерелами тривалого забруднення лісових територій [10].

Ще одним суттєвим механізмом впливу є порушення ґрунтового покриву та гідрологічного режиму. Вибухи, риття окопів, створення інженерних споруд змінюють рельєф місцевості, що призводить до порушення водного балансу території. Це може спричиняти ерозійні процеси, заболочення або, навпаки, пересихання окремих ділянок. У результаті змінюються умови росту деревних порід і знижується їх життєздатність.

Окремо слід виділити біотичні механізми впливу, пов'язані з порушенням структури біоценозів. Внаслідок військових дій відбувається знищення середовищ існування багатьох видів, що призводить до зміни видового складу флори і фауни. Ослаблені деревостани стають більш вразливими до шкідників і хвороб, що прискорює процеси деградації екосистем.

Сучасні оцінки свідчать про значні масштаби впливу війни на лісові ресурси України. За даними наукових публікацій, унаслідок бойових дій вже знищено десятки тисяч гектарів лісів, а значні площі залишаються замінованими або забрудненими, що унеможлиблює їх повноцінне використання та відновлення [9]. Крім того, загальні втрати лісових територій обчислюються мільйонами гектарів, що свідчить про системний характер негативного впливу [13].

На основі даних Global Forest Watch спершу було досліджено втрату деревного покриву на всій території України у 2021 році (рисунок 1.1).

На рисунку 1.1 виділена частина території України, на якій показана найбільша частина втрати деревного покриву. Встановлено, що у 2021 році основним місцем втрати деревного покриву в Україні була частина Луганської області, де були бойові дії починаючи з 2014 року.

На рисунку 1.2 показана карта України із зазначенням втрати деревного покриву у 2022-2024 роках.

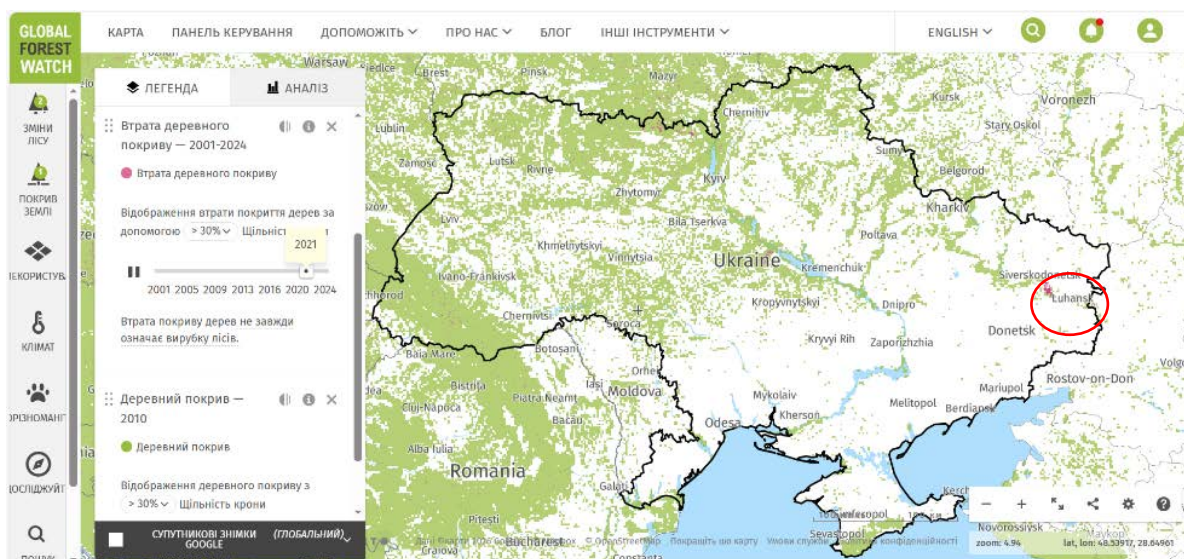


Рисунок 1.1 – Карта із зазначенням втрати деревного покриву у 2021 році

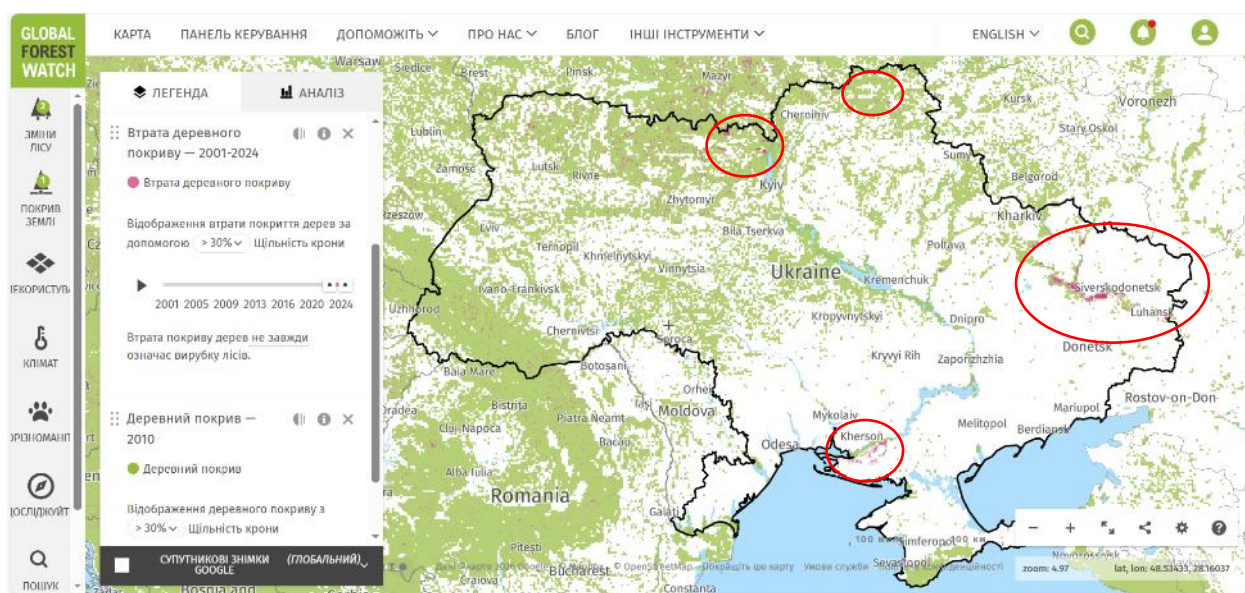


Рисунок 1.2 – Карта України із зазначенням втрати деревного покриву з 2022 по 2024 роки

Таким чином, основні механізми впливу військових дій на лісові насадження мають комплексний характер і взаємно підсилюють один одного. Найбільш значущими серед них є механічні руйнування, пожежі, хімічне забруднення та порушення ґрунтового покриву. Їх сукупна дія призводить до довготривалих екологічних наслідків і потребує застосування комплексних підходів до оцінки та відновлення лісових екосистем у післявоєнний період.

1.4. Хімічні наслідки військових дій: токсиканти та забруднення лісових екосистем

Військові дії супроводжуються значним хімічним навантаженням на природне середовище, що є одним із ключових факторів деградації лісових екосистем. У процесі бойових дій у довкілля потрапляє широкий спектр токсичних речовин, які мають як короткостроковий, так і довготривалий вплив на ґрунти, рослинність і біоту. Основними джерелами хімічного забруднення є вибухові речовини, продукти горіння пального, залишки боєприпасів, а також викиди зруйнованих промислових об'єктів [14].

Одним із найпоширеніших механізмів хімічного впливу є забруднення ґрунтів продуктами вибухів. У процесі детонації боєприпасів у навколишнє середовище потрапляють токсичні сполуки, зокрема тринітротолуол (ТНТ), гексоген та інші компоненти вибухових речовин. Ці речовини здатні проникати у ґрунтові горизонти, знижувати їх родючість і порушувати біологічну активність мікроорганізмів [15]. Крім того, вибухи супроводжуються викидом важких металів, таких як свинець і кадмій, які накопичуються у ґрунті та рослинності, створюючи довготривалу токсичну дію [16].

Суттєвим джерелом забруднення є паливно-мастильні матеріали та продукти їх згоряння. Унаслідок руйнування військової техніки, складів пального та нафтопереробної інфраструктури відбувається потрапляння нафтопродуктів у ґрунти та водні об'єкти. Це призводить до зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту, зменшення його водопроникності та порушення газообміну, що негативно впливає на кореневі системи рослин [17]. У лісових екосистемах такі процеси спричиняють пригнічення росту дерев та зниження їх стійкості до стресових факторів.

Важливим аспектом є вторинне забруднення внаслідок руйнування промислових об'єктів. У ході бойових дій часто зазнають ушкоджень хімічні підприємства, склади небезпечних речовин, нафтобази та інші об'єкти, що

містять токсичні сполуки. Внаслідок цього у довкілля потрапляють небезпечні хімічні речовини, які можуть поширюватися на значні відстані, забруднюючи не лише ґрунти, а й атмосферне повітря та водні ресурси [18]. Такі процеси мають системний характер і можуть призводити до формування зон екологічного лиха.

Окрему загрозу становлять нерозірвані боєприпаси та залишки військової техніки, які залишаються у лісах після завершення бойових дій. Вони є джерелами постійного хімічного забруднення, оскільки поступово вивільняють токсичні компоненти у ґрунт. За даними екологічних оцінок, такі забруднення можуть зберігатися десятиліттями, впливаючи на стан екосистем і створюючи небезпеку для людини [14].

Крім того, значну роль відіграє забруднення атмосферного повітря, яке виникає внаслідок пожеж, вибухів та згоряння техніки. У повітря потрапляють оксиди азоту, сірки, дрібнодисперсні частинки та інші шкідливі речовини, які осідають на поверхні лісових екосистем. Це призводить до кислотного навантаження на ґрунти та рослинність, зниження фотосинтетичної активності рослин і порушення їх фізіологічних процесів [19].

У контексті України хімічні наслідки війни мають значний масштаб. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, бойові дії призводять до масового забруднення лісів залишками боєприпасів, продуктами горіння та іншими небезпечними речовинами, що створює довготривалі екологічні ризики [14]. Частина територій залишається непридатною для господарського використання та потребує спеціальних заходів з очищення і рекультивації.

Таким чином, хімічні наслідки військових дій є одним із найнебезпечніших факторів деградації лісових екосистем. Вони характеризуються тривалістю впливу, складністю локалізації та значними екологічними ризиками. Забруднення токсикантами порушує функціонування біогеоценозів, знижує здатність лісів до самовідновлення та потребує впровадження комплексних заходів екологічного моніторингу і відновлення.

1.5. Нормативно-правове регулювання охорони лісів під час збройних конфліктів

Охорона лісових екосистем під час збройних конфліктів регулюється сукупністю міжнародно-правових норм і національного законодавства, які визначають принципи обмеження шкоди довкіллю та відповідальність за його знищення. В умовах війни ці норми набувають особливого значення, оскільки природні ресурси, зокрема ліси, зазнають значних руйнувань і забруднення.

Міжнародно-правове регулювання базується насамперед на положеннях міжнародного гуманітарного права. Відповідно до норм Женевської Конвенції та їх додаткових протоколів, сторони конфлікту зобов'язані обмежувати методи і засоби ведення війни з метою запобігання надмірній шкоді цивільним об'єктам і довкіллю. Зокрема, у Додатковому протоколі I 1977 року закріплено заборону застосування методів ведення війни, які можуть спричинити широкомасштабні, довготривалі та серйозні пошкодження природного середовища [19]. Ці положення поширюються і на лісові екосистеми як складову довкілля.

Важливим міжнародним документом є також Environmental Modification Convention, яка забороняє використання технологій впливу на природне середовище з військовою метою. Хоча ця конвенція прямо не регулює охорону лісів, вона встановлює загальні обмеження щодо штучного порушення природних процесів, що можуть призвести до екологічних катастроф [20].

На національному рівні правове регулювання охорони лісів в Україні здійснюється відповідно до Лісового кодексу України, який визначає правові засади ведення лісового господарства, охорони та відтворення лісів. У кодексі закріплено, що ліси виконують переважно екологічні функції і підлягають державній охороні незалежно від форм власності [6]. У контексті військових дій це означає необхідність забезпечення їх збереження навіть в умовах надзвичайних ситуацій.

Крім того, важливе значення має Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», який встановлює загальні принципи охорони довкілля, зокрема пріоритет екологічної безпеки, обов'язковість відшкодування шкоди та відповідальність за порушення природоохоронного законодавства [21]. У період воєнного стану ці положення застосовуються для оцінки збитків, завданих лісовим екосистемам, та формування механізмів їх компенсації.

Окрему роль відіграють нормативні документи, що регулюють визначення екологічних збитків, заподіяних внаслідок військових дій. Зокрема, Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України розроблено методики розрахунку шкоди, завданої лісовим ресурсам, які застосовуються для документування екологічних злочинів і формування доказової бази для міжнародних судових інстанцій [22]. Такі методики враховують площу пошкоджених лісів, ступінь їх знищення, втрату біорізноманіття та інші показники.

Також важливим аспектом є кримінально-правова відповідальність за шкоду довкіллю. Відповідно до Кримінального кодексу України, передбачена відповідальність за екоцид, тобто масове знищення рослинного або тваринного світу, що може бути наслідком військових дій [23]. Це створює правові підстави для притягнення винних осіб до відповідальності за завдану шкоду лісовим екосистемам.

Таким чином, нормативно-правове регулювання охорони лісів під час збройних конфліктів має багаторівневий характер і включає міжнародні та національні правові норми. Воно спрямоване на обмеження негативного впливу військових дій на довкілля, забезпечення відновлення пошкоджених екосистем та притягнення до відповідальності за екологічні правопорушення. Водночас сучасні виклики свідчать про необхідність подальшого вдосконалення правових механізмів захисту лісів в умовах воєнних конфліктів.

1.6. Методичні підходи до оцінки втрат лісових насаджень

Оцінка втрат лісових насаджень є важливим етапом екологічного аналізу наслідків військових дій, оскільки дозволяє визначити масштаби пошкоджень, оцінити екологічні збитки та обґрунтувати заходи з відновлення лісових екосистем. У сучасній практиці застосовується комплекс методичних підходів, які поєднують польові дослідження, дистанційне зондування Землі, геоінформаційні технології та економічну оцінку втрат.

Традиційним підходом є польові методи оцінки стану лісових насаджень, які передбачають проведення лісопатологічних обстежень. Такі обстеження включають визначення площі пошкоджених ділянок, ступеня ураження деревостанів, оцінку їх санітарного стану, а також встановлення причин пошкодження. В Україні ці роботи здійснюються відповідно до галузевих нормативних документів та інструкцій з лісопатологічного обстеження [24, 25]. Польові методи забезпечують високу точність, однак є трудомісткими та обмеженими у просторі, особливо в умовах бойових дій.

У зв'язку з цим значного поширення набули дистанційні методи оцінки, що базуються на використанні супутникових даних. Зокрема, широко застосовуються дані платформи Global Forest Watch, яка дозволяє відстежувати зміни лісового покриву в реальному часі. Використання супутникових знімків дає змогу визначати площі вирубок, згарищ, деградованих територій та оцінювати динаміку змін лісових екосистем [26].

Важливим інструментом є також система FIRMS (Fire Information for Resource Management System), яка забезпечує оперативне виявлення осередків пожеж на основі даних супутників NASA. Використання цієї системи дозволяє визначати локалізацію пожеж, їх інтенсивність та тривалість, що є важливим для оцінки втрат лісових насаджень унаслідок військових дій [27].

Комплексна оцінка втрат потребує застосування геоінформаційних систем (ГІС), які забезпечують інтеграцію різних типів даних – польових, картографічних та супутникових. За допомогою ГІС-технологій здійснюється

просторовий аналіз пошкоджених територій, моделювання змін лісового покриву та створення тематичних карт. Це дозволяє отримати узагальнену картину втрат і визначити найбільш постраждалі ділянки [28].

Окремим напрямом є економічна оцінка втрат лісових ресурсів, яка передбачає розрахунок екологічних збитків. В Україні така оцінка здійснюється відповідно до методик, затверджених Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України. Вони враховують площу знищених насаджень, їх вік, породу, запас деревини, а також екологічні функції лісу [22]. Результати таких розрахунків використовуються для визначення розміру шкоди та формування компенсаційних механізмів.

Сучасні дослідження свідчать про доцільність застосування комбінованих методичних підходів, які поєднують польові дані з дистанційним моніторингом. Такий підхід дозволяє підвищити точність оцінки, забезпечити верифікацію результатів і отримати більш повну інформацію про стан лісових екосистем. Зокрема, поєднання актів лісогосподарських підприємств із супутниковими даними дає змогу підтвердити масштаби пошкоджень та уточнити їх просторові характеристики [9].

Таким чином, сучасні методичні підходи до оцінки втрат лісових насаджень базуються на інтеграції різних методів дослідження, що дозволяє забезпечити об'єктивність і достовірність отриманих результатів. У контексті військових дій особливого значення набуває використання дистанційних і геоінформаційних технологій, які дають можливість оперативно оцінювати масштаби втрат навіть у складних умовах обмеженого доступу до територій.

РОЗДІЛ 2.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика території дослідження (Іванківська об'єднана територіальна громада Вишгородського району Київської області)

Київська область як адміністративно-територіальна одиниця була утворена 27 лютого 1932 року. Вона розташована у північній частині України, в межах басейну середньої течії річки Дніпро (рисунок 2.1). Площа області становить 28,1 тис. км² (без урахування м. Києва), що складає близько 4,7 % від загальної території України, а разом зі столицею – 28,9 тис. км². Адміністративним центром області є місто Київ, яке одночасно є столицею держави [30].



Рисунок 2.1 – Карта України

Рельєф Київської області переважно рівнинний із загальним зниженням у напрямку долини Дніпра. Північна частина території розташована в межах Поліської низовини, тоді як схід області займає частина Придніпровської низовини. Найбільш підвищеними та розчленованими є південні та південно-

західні райони, які належать до Придніпровської височини, де висоти досягають близько 273 м над рівнем моря [31].

Ґрунтовий покрив області характеризується значною різноманітністю (рисунк 2.2) [32]. Найбільш поширеними є чорноземи, які займають близько половини площі орних земель регіону. Загалом рівень розораності території перевищує 60 %, що свідчить про інтенсивне сільськогосподарське використання земель [31].

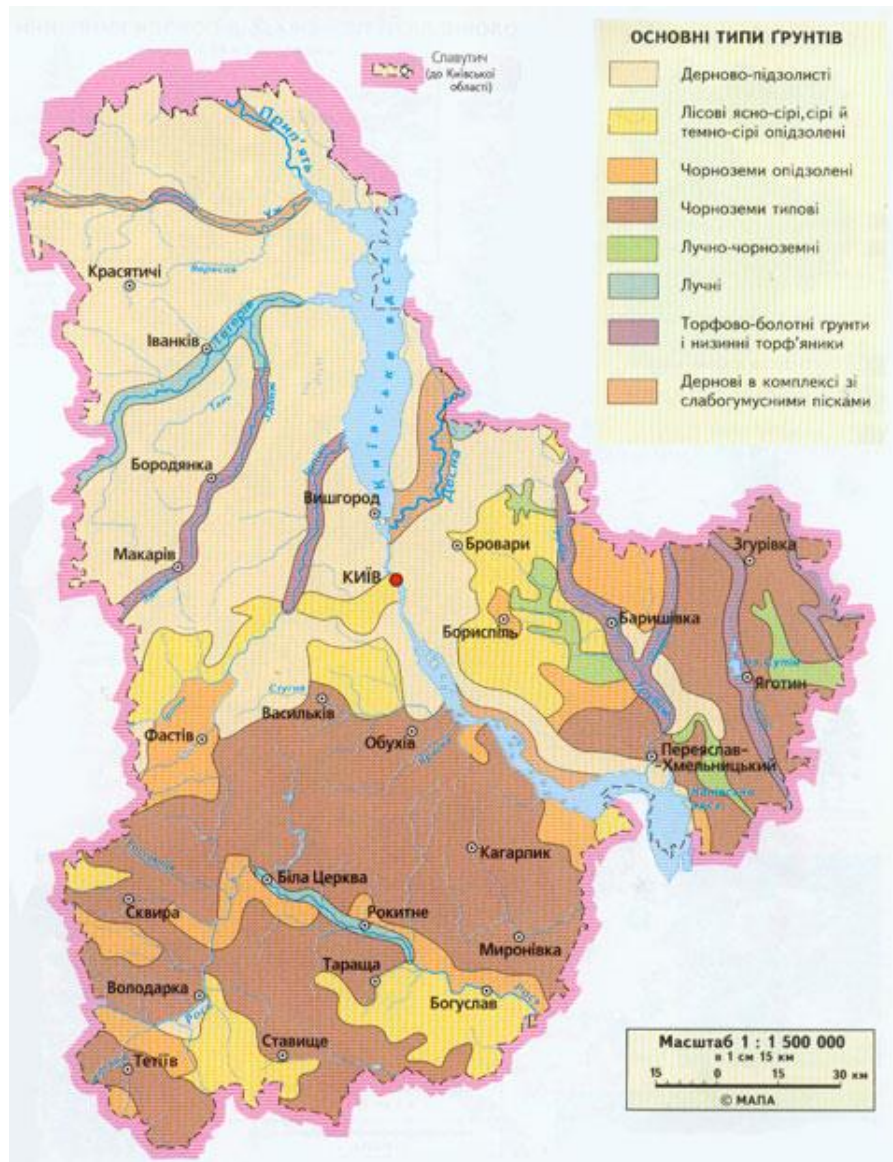


Рисунок 2.2 – Карта ґрунтів Київської області [32]

Лісовий фонд Київської області становить приблизно 649 тис. га. У північній частині переважають хвойні та мішані ліси, тоді як південна частина

значною мірою освоєна під сільське господарство. На ділянках, що зазнали меншого антропогенного впливу, збереглися широколистяні ліси [30].

Тваринний світ регіону відзначається різноманітністю, що зумовлено розташуванням області на межі двох природних зон: Полісся на півночі та лісостепу на півдні. Загалом природні умови Київщини історично характеризуються сприятливим поєднанням ґрунтових і кліматичних факторів [30].

Корисні копалини області представлені переважно будівельними матеріалами, серед яких граніти, гнейси, каолін, глини та кварцові піски. Також на території є незначні поклади торфу [30].

Клімат Київської області є помірно континентальним, відносно м'яким і характеризується достатнім рівнем зволоження, що загалом сприяє розвитку природних екосистем і господарської діяльності [31].

Окремо слід зазначити, що Київська область є одним із регіонів, які найбільше постраждали внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Радіаційне забруднення суттєво погіршило екологічний стан території, спричинивши деградацію природних компонентів, зокрема забруднення поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря та земельних ресурсів. Додатковим негативним фактором є накопичення значних обсягів промислових, у тому числі токсичних, відходів [31].

У зв'язку з цим система природоохоронних заходів у регіоні передбачає комплексний підхід, що включає охорону атмосферного повітря, раціональне використання та захист водних ресурсів, збереження родючості ґрунтів і охорону лісового фонду. Це є необхідною умовою для стабілізації екологічного стану та забезпечення сталого розвитку території [31].

У результаті проведення адміністративно-територіальної реформи сучасна структура Київської області включає 69 територіальних громад, які об'єднані у 7 районів. Загалом на території області розташовано 1182 населених пункти, серед яких 26 міст (у тому числі Прип'ять і Чорнобиль), 30

селищ міського типу та 1126 сільських населених пунктів. Станом на 1 січня 2022 року чисельність населення Київської області становила 1 795,079 тис. осіб [30].

Іванківська територіальна громада розташована у північній частині Київської області та входить до складу Вишгородського району (рисунк 2.3). Адміністративним центром громади є селище Іванків.

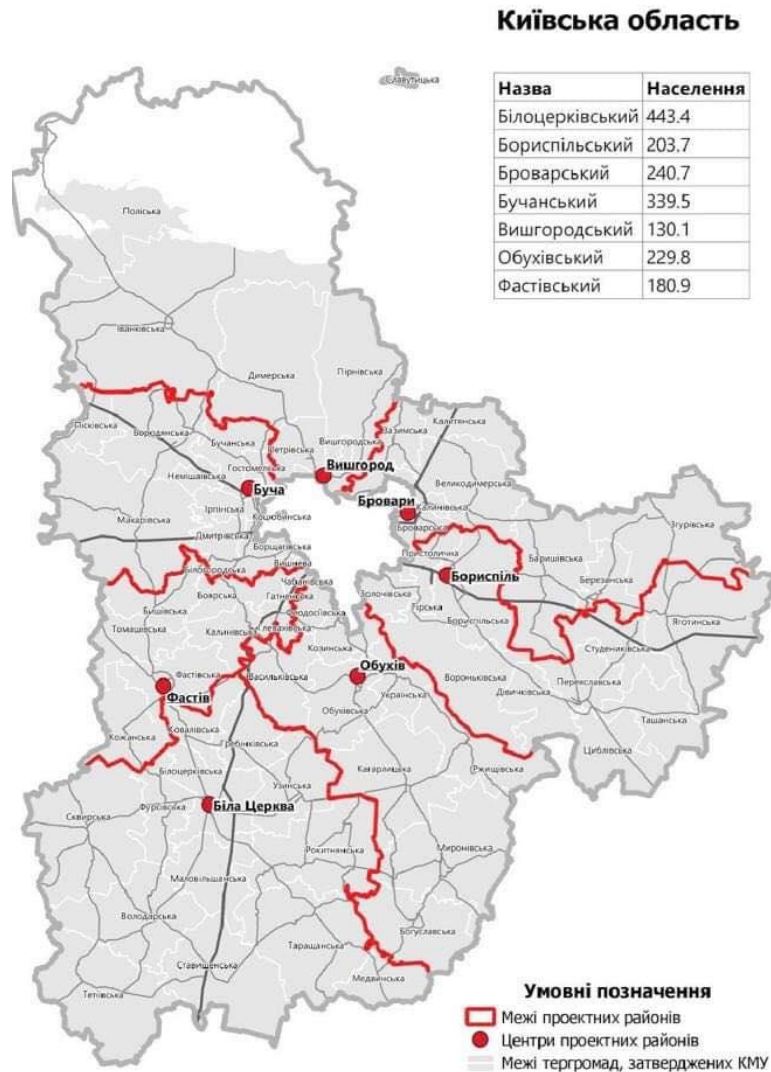


Рисунок 2.3 – Карта районування Київської області

Іванківська територіальна громада займає площу близько 3,62 тис. км², що становить приблизно 12,87 % території Київської області. У структурі земельного фонду значну частку займають ліси – 44,78 %, що підкреслює важливу роль лісових ресурсів у розвитку громади. Сільськогосподарські

угіддя становлять 38,97 %, з яких рілля займає 14,42 %, тоді як інші землі складають 16,25 % [33].

До складу громади входить 81 населений пункт, серед яких одне селище міського типу та 80 сільських населених пунктів. Адміністративно територія поділена на 20 старостинських округів і одну селищну раду. Чисельність населення становить 28,8 тис. осіб, з яких близько 10,4 тис. проживає у міській місцевості, а 18,4 тис. – у сільській [33].

Транспортна інфраструктура громади включає 69 км автомобільних доріг державного значення. Крім того, загальна протяжність вулиць і доріг комунальної власності становить 573,1 км, з яких 315,5 км мають тверде покриття, а 257,6 км – це ґрунтові дороги. Це свідчить про певні особливості розвитку інфраструктури, характерні для сільських територій [33].

Економічна діяльність громади має переважно аграрно-лісогосподарський характер. Основними напрямками є сільське господарство та переробка лісових ресурсів. У рослинництві домінує вирощування зернових культур, тоді як у тваринництві – скотарство і птахівництво. Загалом на території громади функціонує 32 сільськогосподарських підприємства різних форм власності, які використовують близько 17,5 тис. га сільськогосподарських угідь [33].

Загальна площа земель у межах громади становить понад 285 тис. га, з яких 80,9 тис. га припадає на сільськогосподарські угіддя. У їх структурі переважає рілля (понад 52 тис. га), а також сіножаті, пасовища, багаторічні насадження та перелоги. Значну частку території займають ліси – понад 161 тис. га, що ще раз підтверджує лісовий характер регіону. Крім того, землі водного фонду охоплюють понад 42 тис. га. У природно-кліматичному відношенні територія дослідження належить до помірно-континентального клімату з достатнім зволоженням. Середньорічна температура повітря становить близько +7...+8 °С, а річна кількість опадів – 550–650 мм. Такі умови є сприятливими для формування лісових екосистем, зокрема соснових, березових та змішаних насаджень, які переважають у регіоні. Лісові ресурси

Іванківської громади представлені переважно хвойними та мішаними лісами, де домінують сосна звичайна, береза повисла, дуб звичайний. Значна частина території входить до зони впливу Чорнобильської катастрофи, що накладає додаткові обмеження на господарське використання лісів і підвищує їх екологічне значення. Особливістю території є також наявність значних площ природно-заповідного фонду та територій із обмеженим доступом. Це сприяє збереженню біорізноманіття, але одночасно ускладнює проведення моніторингових і відновлювальних заходів [33].

У 2022 році територія Іванківської громади стала зоною активних бойових дій, що призвело до значних пошкоджень природних екосистем. Заданими Міндовкілля України, у Київській області, зокрема в північних районах, було зафіксовано масштабні лісові пожежі та руйнування лісових масивів унаслідок бойових дій. Додатковим фактором негативного впливу є значне забруднення територій вибухонебезпечними предметами. Значна частина лісових територій України, включаючи Київську область, залишається потенційно небезпечною, що обмежує доступ до лісів і ускладнює їх відновлення [34].

Таким чином, Іванківська територіальна громада є типовим прикладом регіону, де поєднуються висока природна цінність лісових екосистем і значний рівень їх пошкодження внаслідок військових дій. Це обумовлює доцільність вибору даної території як об'єкта дослідження та визначає актуальність проведення комплексної оцінки втрат лісових насаджень.

2.2. Польові методи дослідження пошкоджених лісових насаджень

Польові методи дослідження є базовим інструментом оцінки стану лісових насаджень, оскільки забезпечують отримання безпосередніх, високоточних даних про характер і ступінь їх пошкодження. У контексті дослідження втрат лісів унаслідок військових дій ці методи дозволяють

виявити як видимі механічні пошкодження, так і приховані зміни в структурі лісових екосистем.

В Україні проведення польових лісопатологічних обстежень регламентується галузевими нормативними документами, зокрема методичними рекомендаціями та інструкціями Державного агентства лісових ресурсів України, які визначають порядок оцінки санітарного стану лісів та обліку пошкоджених насаджень [36].

Одним із основних методів є маршрутне обстеження територій, яке передбачає візуальну оцінку стану лісових насаджень уздовж заздалегідь визначених маршрутів. У ході такого обстеження фіксуються площі пошкоджених ділянок, характер ушкоджень (обгорілість, злами, пошкодження кори), наявність слідів вибухів або техніки. Цей метод дозволяє швидко отримати загальну характеристику стану лісових масивів.

Більш детальне дослідження здійснюється шляхом закладання пробних площ, на яких проводиться кількісна оцінка параметрів деревостанів. На таких ділянках визначаються:

- порідний склад насаджень;
- вік і середній діаметр дерев;
- ступінь пошкодження (у відсотках або балах);
- густота деревостану;
- стан підросту та підліску.

Метод пробних площ широко застосовується у міжнародній практиці лісових досліджень і рекомендований, зокрема, Food and Agriculture Organization для оцінки стану лісових ресурсів [37].

Важливим елементом польових досліджень є визначення ступеня пошкодження деревостанів, що здійснюється за шкалами санітарного стану. Такі шкали враховують рівень ушкодження крони, стовбура, кореневої системи та загальний фізіологічний стан дерев. Це дозволяє класифікувати насадження як здорові, ослаблені, сильно пошкоджені або загиблі.

Окрему увагу приділяють дослідженню ґрунтового покриву, який унаслідок військових дій зазнає значних змін. Польові методи включають відбір зразків ґрунту для подальшого лабораторного аналізу з метою визначення рівня забруднення важкими металами, нафтопродуктами та залишками вибухових речовин.

У сучасних умовах важливим є також використання GPS-навігації та геоприв'язки даних, що дозволяє точно фіксувати координати пошкоджених ділянок і інтегрувати результати польових досліджень у геоінформаційні системи.

Разом із тим, проведення польових досліджень у районах, що зазнали військових дій, має певні обмеження. Основними з них є мінування територій, наявність нерозірваних боєприпасів та обмежений доступ до окремих ділянок. За оцінками міжнародних організацій та Міндовкілля, значні площі лісів України залишаються потенційно небезпечними для досліджень, що ускладнює збір даних. Таким чином, польові методи дослідження є необхідним інструментом для детальної оцінки стану пошкоджених лісових насаджень. Вони забезпечують отримання достовірної інформації про характер і масштаби пошкоджень, що є основою для подальшого аналізу втрат і розробки заходів з відновлення лісових екосистем.

Враховуючи вищенаведене, встановлено, що польові методи досліджень неможливо ефективно використати у Київській області через можливе замінування лісів під час російської окупації у 2022 році.

2.3. Аналіз матеріалів лісогосподарських підприємств (акти про лісові пожежі та пошкодження насаджень)

Аналіз матеріалів лісогосподарських підприємств є важливим етапом дослідження, оскільки дозволяє отримати первинні дані про масштаби та характер пошкодження лісових насаджень. Основними джерелами інформації у даному випадку виступають акти про лісові пожежі, акти обстеження

пошкоджених ділянок, звіти лісництв та інші документи, що ведуться відповідно до вимог галузевих нормативів.

В Україні порядок обліку та розслідування лісових пожеж регламентується нормативними документами, зокрема «Інструкцією з обліку лісових пожеж», затвердженою Державним агентством лісових ресурсів України. Відповідно до цієї інструкції, кожен випадок пожежі підлягає обов'язковому документуванню із зазначенням площі, типу пожежі (низова, верхова), причин виникнення та завданих збитків [35].

Матеріали Іванківського лісового господарства містять детальну інформацію про пожежі, що виникли у 2022 році внаслідок військових дій. Це узгоджується з офіційними даними Державного агентства лісових ресурсів України, згідно з якими значна частина лісових пожеж на досліджуваній території у період повномасштабного вторгнення була спричинена саме бойовими діями.

Акти пожеж дозволяють класифікувати пошкодження лісових насаджень за ступенем їх ураження. Найбільш поширеними є:

- повне знищення деревостанів на ділянках верхових пожеж;
- часткове пошкодження дерев унаслідок низових пожеж;
- пошкодження підросту та підліску;
- деградація лісової підстилки та верхнього шару ґрунту.

Значна увага в актах приділяється також визначенню площ пошкоджених територій. За даними Міндовкілля України, у 2022 році лише в Київській області було зафіксовано тисячі гектарів лісів, пошкоджених пожежами, що підтверджує високий рівень антропогенного навантаження на лісові екосистеми в умовах війни [34].

Важливим аспектом аналізу є також виявлення труднощів у фіксації та ліквідації пожеж. У матеріалах лісогосподарських підприємств зазначається, що значна частина територій була недоступною через окупацію, активні бойові дії та мінування. Це призводило до неможливості чи затримки у гасінні пожеж і, як наслідок, до збільшення площ пошкоджених лісів.

Крім того, акти містять інформацію про вторинні наслідки пожеж, зокрема підвищення ризику поширення шкідників, зниження стійкості деревостанів та погіршення санітарного стану лісів. Такі дані є важливими для подальшого планування відновлювальних заходів.

Таким чином, аналіз матеріалів лісогосподарських підприємств, зокрема актів про лісові пожежі, дозволяє отримати достовірну інформацію про масштаби та характер пошкодження лісових насаджень. Використання цих даних у поєднанні з дистанційними методами забезпечує комплексну оцінку втрат лісових екосистем унаслідок військових дій.

2.4. Дистанційні методи оцінки стану лісових масивів

Дистанційні методи дослідження відіграють ключову роль у сучасній оцінці стану лісових екосистем, особливо в умовах обмеженого доступу до територій, що зазнали впливу військових дій. Використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дозволяє оперативно отримувати інформацію про зміни лісового покриття, виявляти пошкодження та аналізувати їх просторову динаміку.

Основою дистанційних методів є використання супутникових знімків, отриманих із космічних апаратів, таких як програми NASA та European Space Agency. Зокрема, супутники серій Landsat та Sentinel забезпечують регулярне оновлення зображень земної поверхні з високою просторовою та часовою роздільною здатністю, що дозволяє відстежувати зміни лісового покриття у динаміці [38].

Одним із найпоширеніших інструментів аналізу є платформа Global Forest Watch, яка надає відкритий доступ до даних про зміни лісового покриття на глобальному рівні. За допомогою цієї платформи можна визначати площі втрат лісів, аналізувати їх динаміку та локалізувати осередки пошкоджень. Дані формуються на основі супутникових знімків і регулярно оновлюються,

що робить їх ефективним інструментом для моніторингу наслідків військових дій [39].

Для виявлення лісових пожеж використовується система Fire Information for Resource Management System, розроблена на базі супутникових даних NASA. Ця система дозволяє виявляти теплові аномалії (осередки горіння) у режимі майже реального часу. Використання FIRMS є особливо актуальним у період активних бойових дій, коли значна частина пожеж має військове походження [40].

Важливим методом є також застосування індексів рослинності зокрема NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), який дозволяє оцінювати стан рослинного покриву. Зниження значень NDVI свідчить про деградацію або знищення рослинності, що дає можливість виявляти пошкоджені ділянки лісу навіть без безпосереднього доступу до них. Використання таких індексів широко застосовується у міжнародних дослідженнях стану лісів [41].

Інтеграція дистанційних методів із геоінформаційними системами (ГІС) дозволяє здійснювати комплексний просторовий аналіз. За допомогою ГІС-технологій виконується обробка супутникових даних, створення тематичних карт, моделювання змін лісового покриву та визначення площ пошкоджень. Це забезпечує можливість отримання узагальнених результатів та їх візуалізації. Згідно з оцінками United Nations Environment Programme, дистанційний моніторинг є одним із найефективніших інструментів оцінки екологічних наслідків війни, оскільки дозволяє здійснювати аналіз великих територій у короткі терміни та з мінімальними витратами.

Разом із тим, дистанційні методи мають певні обмеження, зокрема вплив хмарності на якість знімків, обмежену точність при визначенні типів пошкоджень та необхідність верифікації результатів за допомогою польових досліджень.

Таким чином, дистанційні методи оцінки стану лісових масивів є важливим інструментом дослідження втрат лісових насаджень унаслідок військових дій. Їх використання у поєднанні з польовими дослідженнями

забезпечує комплексний підхід до оцінки стану лісових екосистем та підвищує достовірність отриманих результатів.

2.5. Методика оцінки втрат лісових насаджень унаслідок військових дій

Оцінка втрат лісових насаджень унаслідок військових дій є комплексною процедурою, що поєднує елементи лісівничої таксації, екологічного аналізу, економічної оцінки та просторового моделювання. Метою такої методики є визначення площі пошкоджених лісів, ступеня їх деградації, обсягів втраченої деревини та екологічних збитків.

У сучасній практиці оцінка втрат базується на поєднанні даних дистанційного зондування Землі та польових обстежень. Зокрема, використовуються супутникові дані платформ Global Forest Watch, NASA та European Space Agency, які дозволяють визначати зміни лісового покриття у динаміці та локалізувати ділянки втрат [39-41].

Методика оцінки включає кілька послідовних етапів.

Першим етапом є ідентифікація пошкоджених ділянок на основі супутникових знімків і даних про пожежі (наприклад, FIRMS). Для цього аналізуються теплові аномалії, зміни індексів рослинності (NDVI) та інші спектральні показники, що дозволяють виявити зони деградації лісового покриття. Дані системи Fire Information for Resource Management System широко використовуються для моніторингу пожеж у режимі майже реального часу.

Другим етапом є визначення площі втрат. Це здійснюється шляхом геопросторового аналізу в ГІС-середовищі, де накладаються контури пошкоджених ділянок на картографічну основу. Площа обчислюється за допомогою цифрових шарів та інструментів просторового аналізу.

Третім етапом є оцінка ступеня пошкодження насаджень, яка базується на результатах польових обстежень. Визначаються категорії стану дерев (здорові, ослаблені, сильно пошкоджені, загиблі), що дозволяє оцінити втрати не лише у площинному вимірі, але й у структурному.

Четвертим етапом є розрахунок обсягів втраченої деревини та біомаси. Для цього використовуються таксаційні нормативи, середні показники запасу деревини для відповідних типів лісів та дані про вік і склад насаджень. Такий підхід відповідає загальноприйнятим методикам лісової інвентаризації.

П'ятим етапом є екологічна оцінка втрат, яка враховує не лише деревину, але й втрату екосистемних послуг, таких як поглинання вуглецю, регуляція водного режиму, збереження біорізноманіття. За даними United Nations Environment Programme, деградація лісів унаслідок війни має довготривалі наслідки для клімату та екологічної стабільності регіону.

Розрахунок втрат поглинання вуглецю (кліматична функція лісу):

$$C_{\text{втрат}} = A \cdot B \cdot CF \cdot CO_2, \quad (2.1)$$

де: $C_{\text{втрат}}$ – втрати поглинання CO_2 , т;

A – площа пошкоджених лісів, га;

B – середній запас біомаси, т/га;

CF – коефіцієнт вмісту вуглецю ($\approx 0,5$);

CO_2 – коефіцієнт переведення в CO_2 (3,67)

Шостим етапом є економічна оцінка збитків, яка здійснюється на основі методик, затверджених національними нормативними документами. Вона включає розрахунок вартості втраченої деревини, витрат на відновлення лісових насаджень та компенсацію екологічних втрат.

Розміри збитків від пошкодженої заготовленої лісопродукції визначається за формулою:

$$P_{\text{ззл}} = (Ц_{\text{д}} - Ц_{\text{дп}}) \times M_{\text{д}}, \quad (2.2)$$

де: $P_{\text{ззл}}$ – розмір втрат від пошкодженої заготовленої лісопродукції, гривень;

$Ц_{\text{д}}$ – вартість деревини згідно з бухгалтерським обліком, грн.;

$Ц_{\text{дп}}$ – ціна переоціненої вартості деревини, грн.;

$M_{\text{д}}$ – маса деревини, куб. метрів.

Розміри збитків від втраченої заготовленої лісопродукції:

$$P_{\text{ззвл}} = Ц_{\text{д}} \times M_{\text{д}}, \quad (2.3)$$

де, Рзвл – розмір втрат втраченої заготовленої лісопродукції, гривень;

Цд – вартість деревини згідно з бухгалтерським обліком, гривень;

Мд – маса деревини, куб. метрів.

Розрахунок неотриманих доходів лісокористувачів визначається за формулою:

$$Нд = Пл \times Пр \times Т \times Цд, \quad (2.4)$$

де, Нд – недоотриманий дохід від використання лісових ресурсів, грн.;

Пл – площа лісових ділянок з лісовою рослинністю (окуповані території), га;

Пр – річний приріст, куб. метрів;

Т – термін окупації території, роки;

Цд – фактична середня зважена ціна деревної породи, грн.

Витрати для підготовки ґрунту для відтворення лісових культур на території, яка зазнала пошкоджень, розраховують за формулою:

$$Впг = Рпг + Вза \times Пл, \quad (2.5)$$

де: Рпг – витрати на підготовку механізованим способом (в нашому випадку не використовується), гривень;

Вза – загальновиробничі та адміністративні витрати, грн.;

Пл – площа підготовки ґрунту, га.

Загальні витрати становлять:

$$Взаг = Рззл + Рзвл + Нд + Впг, \text{ грн.} \quad (2.6)$$

Останнім етапом є узагальнення результатів та просторове моделювання, яке дозволяє сформувати карти втрат лісових насаджень та визначити найбільш постраждалі ділянки. Це забезпечує основу для прийняття управлінських рішень щодо відновлення лісових екосистем.

Таким чином, методика оцінки втрат лісових насаджень унаслідок військових дій базується на інтеграції дистанційних, польових та аналітичних підходів і забезпечує комплексну характеристику масштабів і наслідків впливу військових факторів на лісові екосистеми.

РОЗДІЛ 3.

АНАЛІЗ ВТРАТ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ УНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

3.1. Аналіз пошкодження лісових насаджень за матеріалами актів пожеж Іванківського лісового господарства

Аналіз пошкодження лісових насаджень Іванківського лісового господарства базується на матеріалах актів про лісові пожежі, які є первинними документами обліку надзвичайних ситуацій у лісах. Зазначені акти містять інформацію про площу пожеж, причини їх виникнення, тип пошкоджених насаджень та ступінь їх ураження, що дозволяє здійснити об'єктивну оцінку наслідків військових дій.

На основі аналізу актів обстеження лісових пожеж встановлено, що у 2022 році на території державного підприємства «Іванківське лісове господарство» відбулися масштабні пошкодження лісових насаджень, безпосередньо пов'язані з веденням бойових дій та тимчасовою окупацією території. Документально підтверджені випадки пожеж зафіксовані у Жеревському та Феневицькому лісництвах, що дозволяє здійснити детальний аналіз їх просторових характеристик, причин виникнення та наслідків.

Зокрема, у Жеревському лісництві відповідно до акта №38 пожежі охопили значні площі лісових масивів у межах кварталів 55, 60, 61, 64, 65 та 66. Загальна площа, пройдена вогнем на момент виявлення, становила 204,4 га. При цьому в актах наведено деталізовані дані інструментальної зйомки окремих ділянок, площа яких варіюється від 20,4 га до 52,5 га, що свідчить про нерівномірний характер поширення пожежі та різний ступінь ураження лісових насаджень. Причиною виникнення пожежі визначено бойові дії, пов'язані з вторгненням військ російської федерації, що підтверджує антропогенний характер впливу військового походження.

У Феневицькому лісництві пожежа, зафіксована актом №000046, охопила квартали 56, 71 та 72 і становила 41,1 га. Особливістю даного випадку є те, що пожежу було виявлено лише 15 листопада 2022 року під час проведення піротехнічних робіт із розмінування території. Встановлено, що фактичне виникнення пожежі відбулося значно раніше – орієнтовно у березні 2022 року, у період активних бойових дій та окупації території. Це свідчить про відкладений характер фіксації наслідків пожеж та ускладнення процесу їх обліку в умовах воєнного часу.

Спільною рисою досліджених випадків є класифікація пожеж як самоліквідованих. Такий статус обумовлений відсутністю можливості оперативного реагування з боку лісової охорони через небезпечні умови, пов'язані з бойовими діями та мінуванням територій. У результаті пожежі не гасилися активними методами, а припинялися природним шляхом, що, у свою чергу, призвело до значного розширення площ пошкоджених насаджень.

Важливим елементом актів є наявність технічної документації, зокрема експлікацій та планів інструментальної зйомки.

Для кожної пошкодженої ділянки визначено точні координати меж, румби та довжини ліній, що забезпечує високу точність просторової ідентифікації пошкоджених територій.

Наприклад, у Феневицькому лісництві для кварталу 56 зафіксовано близько 40 координатних точок, що дозволяє детально відтворити конфігурацію ділянки у геоінформаційних системах. На рисунку 3.1 представлений план інструментальної зйомки ділянки ДП «Іванівський лісгосп» Феневицького лісництва площею 41,1 га.

У таблиці 3.1 приведена зведена інформація з вищевказаних актів.

У наступні роки (2023–2025) характер пошкодження лісових насаджень на території ДП «Іванківське лісове господарство» зазнав суттєвих змін, що обумовлено переходом від фази активних бойових дій до періоду поствоєнного впливу та локальних загроз. На відміну від 2022 року, коли

основним чинником виникнення пожеж було безпосереднє ведення бойових дій, у 2023–2025 роках домінують наслідкові та вторинні фактори.

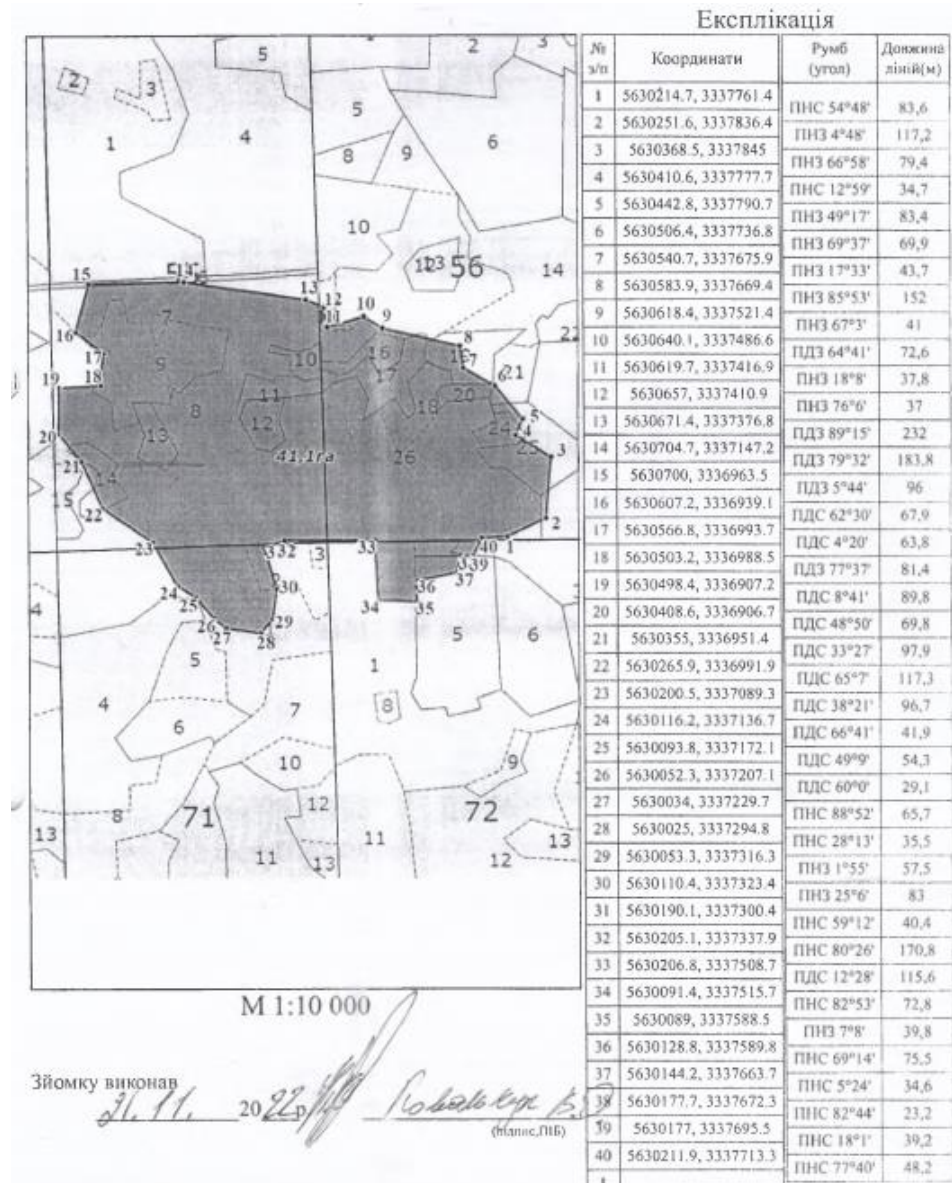


Рисунок 3.1 - план інструментальної зйомки ділянки ДП «Іванківський лісгосп» Феневицького лісництва

Таблиця 3.1 – Зведена інформація з актів обстеження лісових пожеж встановлено державного підприємства «Іванківське лісове господарство»

Лісництво	Вогнем пройдено, га	Вид пожежі	Ліквідація	Дата ліквідації
Жеревське лісництво	204,4	низова	самоліквідація	Березень 2022
Феневицьке лісництво	41,1	низова	самоліквідація	Березень 2022

Зокрема, у 2023 році фіксується відкладений ефект пошкоджень, спричинених бойовими діями 2022 року. Частина лісових пожеж, які не були виявлені або задокументовані вчасно через окупацію та мінування територій, була встановлена лише після проведення обстежень і розмінування. Крім того, значна кількість пошкоджених деревостанів втратила стійкість, що призвело до їх поступового всихання та підвищення пожежної небезпеки. Таким чином, у 2023 році пожежі мають переважно вторинний характер і пов'язані з деградацією лісових екосистем.

У 2024 році спостерігається тенденція до зниження кількості масштабних пожеж, що корелює зі стабілізацією безпекової ситуації в регіоні. Водночас зберігається вплив таких факторів, як наявність вибухонебезпечних предметів, пошкодження ґрунтового покриву та порушення гідрологічного режиму. Окремі випадки загорянь можуть бути пов'язані з детонацією боєприпасів або залишками військової техніки, що підтверджує опосередкований зв'язок із попередніми бойовими діями.

У 2025 році (станом на період дослідження) спостерігається подальше зниження інтенсивності втрат лісових насаджень, однак повністю усунути вплив військових факторів не вдається. Лісові екосистеми залишаються вразливими через накопичений рівень пошкоджень, зміну структури насаджень і зниження їх природної стійкості. Пожежі, що виникають у цей період, мають переважно локальний характер, однак їх причини все ще можуть бути пов'язані з наслідками бойових дій, зокрема залишковими вибухонебезпечними предметами або антропогенним навантаженням на деградовані території.

Таким чином, проведений аналіз актів лісових пожеж свідчить про значні масштаби пошкодження лісових насаджень унаслідок військових дій, складність їх своєчасного виявлення та обліку, а також важливість використання інструментальних та геоінформаційних методів для точної оцінки втрат. Простежується чіткий причинно-наслідковий зв'язок між інтенсивністю бойових дій та масштабами пошкодження лісових насаджень.

Якщо у 2022 році домінував прямий вплив обстрілів і військової техніки, то у 2023–2025 роках переважають вторинні процеси, пов'язані з деградацією екосистем, відкладеним виявленням пошкоджень та залишковими ризиками. Це свідчить про пролонгований характер впливу військових дій на лісові ресурси та необхідність довгострокового моніторингу і відновлення пошкоджених територій. Отримані результати формують основу для подальшого кількісного аналізу та оцінки екологічних збитків.

3.2. Аналіз втрат лісових насаджень у період повномасштабного вторгнення

Повномасштабне вторгнення у 2022 році спричинило безпрецедентні втрати лісових насаджень на території України, зокрема у Київській області. Внаслідок бойових дій відбулося масове знищення, пошкодження та деградація лісових екосистем.

За оцінками World Bank, наведені у звіті «Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment», значна частина природних ресурсів України, включаючи ліси, зазнала суттєвих втрат, а витрати на їх відновлення оцінюються у мільярди доларів [42].

У 2022 році повномасштабне вторгнення російських військ в Україну супроводжувалося стратегічним наступом на Київ через територію зони відчуження Чорнобильської АЕС. У наукових і публіцистичних матеріалах основна увага приділялася радіаційним ризикам, пов'язаним із перебуванням військ на радіоактивно забруднених територіях. Водночас значно менше уваги було зосереджено на іншому критичному факторі впливу – масштабних лісових пожежах, які виникали внаслідок бойових дій і не могли бути ліквідовані через відсутність доступу до територій [43].

Слід зазначити, що навіть у довоєнний період ефективне гасіння пожеж у зоні відчуження було ускладнене через слабкий розвиток транспортної інфраструктури та обмежений доступ до окремих ділянок. В умовах активних

бойових дій ці фактори посилилися, що фактично унеможливило оперативне реагування на займання. У результаті навіть відносно короткий період окупації призвів до значних втрат – за оцінками, було знищено близько 22 тис. га лісових насаджень [43].

На рисунку 3.2 приведена інфографіка Валерії Колодежної схеми лісових пожеж біля Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника під час військового вторгнення [43].

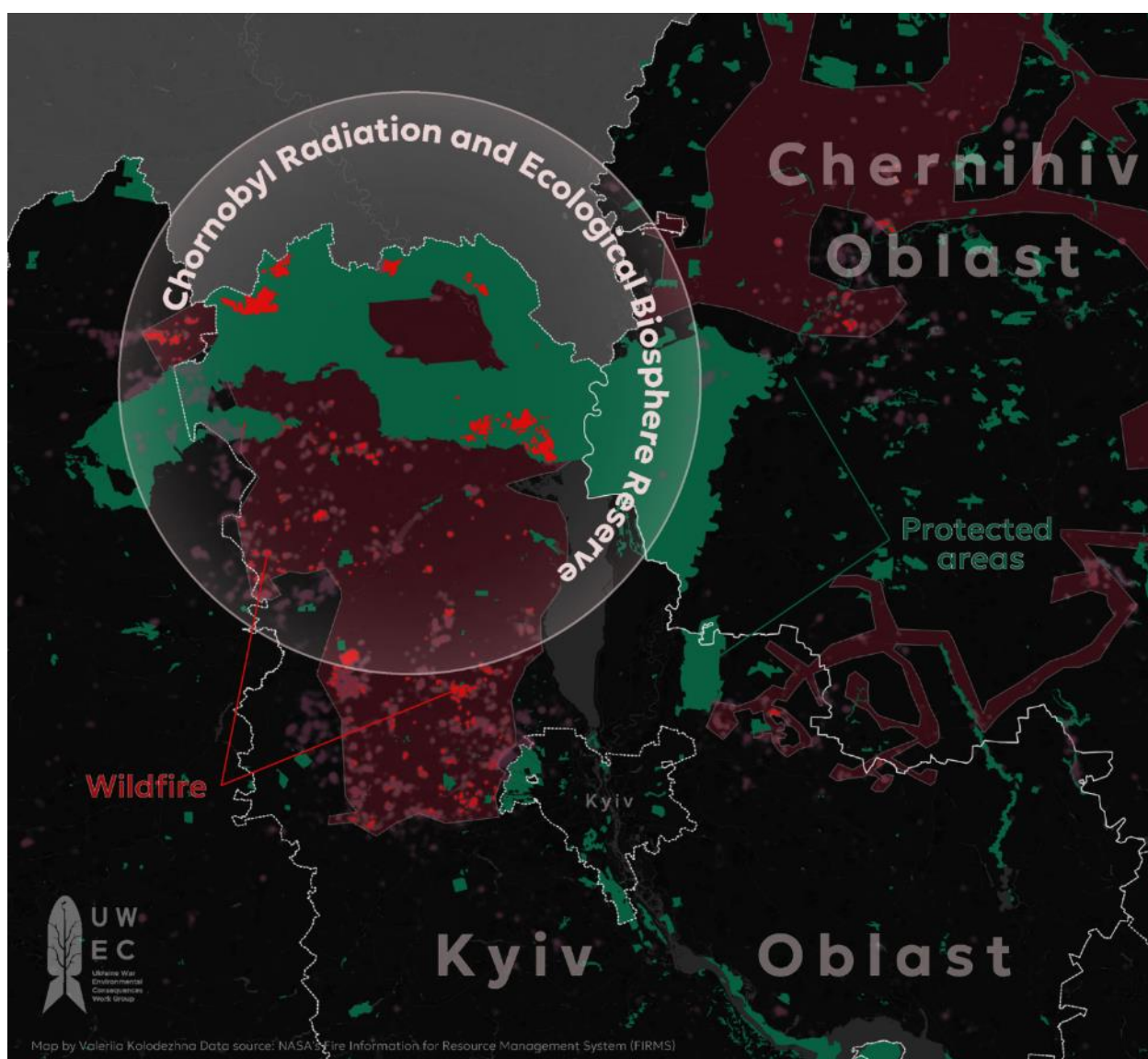


Рисунок 3.2 – Схема лісових пожеж біля Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника під час військового вторгнення [43]

Наслідки таких пожеж мають не лише локальний, а й регіональний екологічний ефект. У процесі горіння лісової рослинності в атмосферу вивільняється значна кількість продуктів згорання, включаючи радіоактивні частинки, накопичені у ґрунті та біомасі. Це створює ризик повторного перенесення радіонуклідів за межі зони відчуження, порушуючи її бар'єрну функцію. Таким чином, лісові пожежі в умовах радіаційно забруднених територій виступають одним із ключових механізмів вторинного радіаційного забруднення та становлять суттєву загрозу для навколишнього середовища і населення. На рисунку 3.3 представлено фото вигляду згорівшого лісу в зоні відчуження ЧАЕС [43].



Рисунок 3.3 – Вигляд згорівшого лісу в зоні відчуження ЧАЕС [43]

Для Київської області характерними є такі види втрат:

- прямі втрати лісового покриву внаслідок пожеж і вибухів;
- пошкодження деревостанів, що призводить до їх поступової загибелі;
- забруднення територій боєприпасами та токсичними речовинами;

- обмеження доступу до лісів, що унеможлиблює ведення лісового господарства.

Таким чином, аналіз втрат лісових насаджень у період повномасштабного вторгнення свідчить про їх значний масштаб, комплексний характер і довготривалі наслідки. Втрати охоплюють як безпосереднє знищення лісів, так і їх функціональну деградацію, що потребує системного підходу до оцінки збитків і реалізації заходів відновлення.

3.3. Дослідження втрат лісових насаджень Київської області з використанням ГІС-технологій

Для дослідження втрат лісових насаджень Київської області було використано дві ГІС-технології: Global Forest Watch та FIRMS (Fire Information for Resource Management System). Дані цих двох платформ знаходяться у вільному доступі для користувачів. Використання ГІС дозволяє здійснювати просторовий аналіз змін лісового покриття, визначати площі пошкоджених територій та виявляти закономірності впливу військових дій.

3.3.1. Дослідження втрат лісових насаджень із даних Global Forest Watch

Встановлено, що у період з 2022 року по 2024 рік найбільша кількість втрати деревного покриття в Україні зосереджена в місця окупації чи ведення бойових дій:

- Київська область;
- Луганська область;
- Херсонська область;
- Чернігівська область.

Для підтвердження інформації, що на визначеній території відбувалися бойові дії внаслідок агресії російської федерації проти України були

використані дані інформаційної платформи Deep State, щодо аналітичної інформації про ведення бойових дій на території України. На рисунку 3.4 представлена карта України Deep State [44].

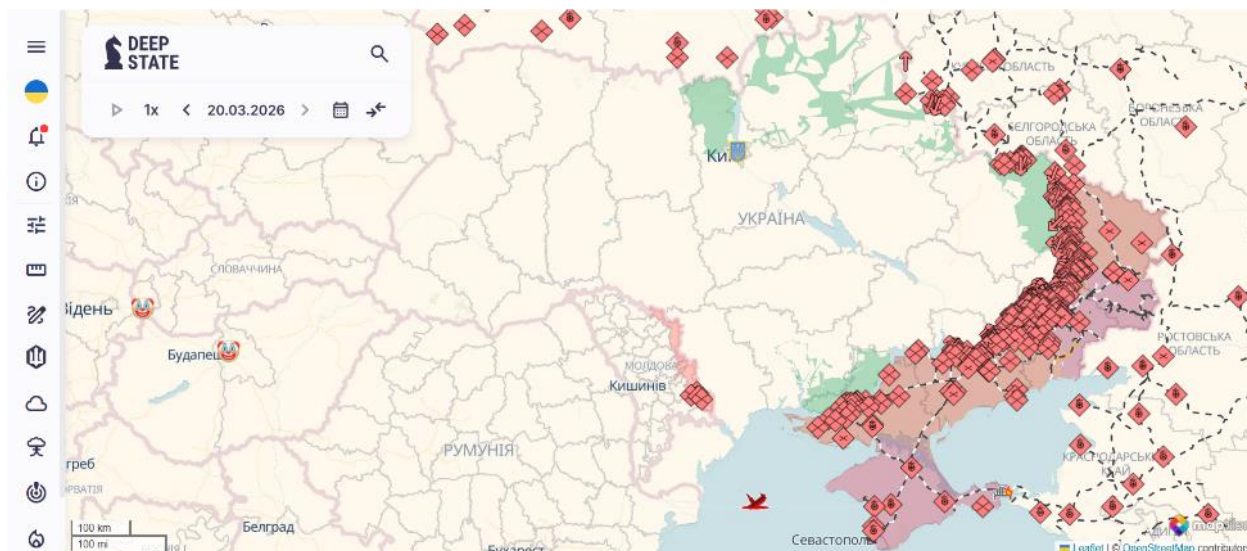


Рисунок 3.4 – Фрагмент карти України з цифрової платформи Deep State

Відповідно до завдань дослідження була виконана оцінка втрати деревного покриву Київської області у період з 2022 по 2024 роки (рисунок 3.5).

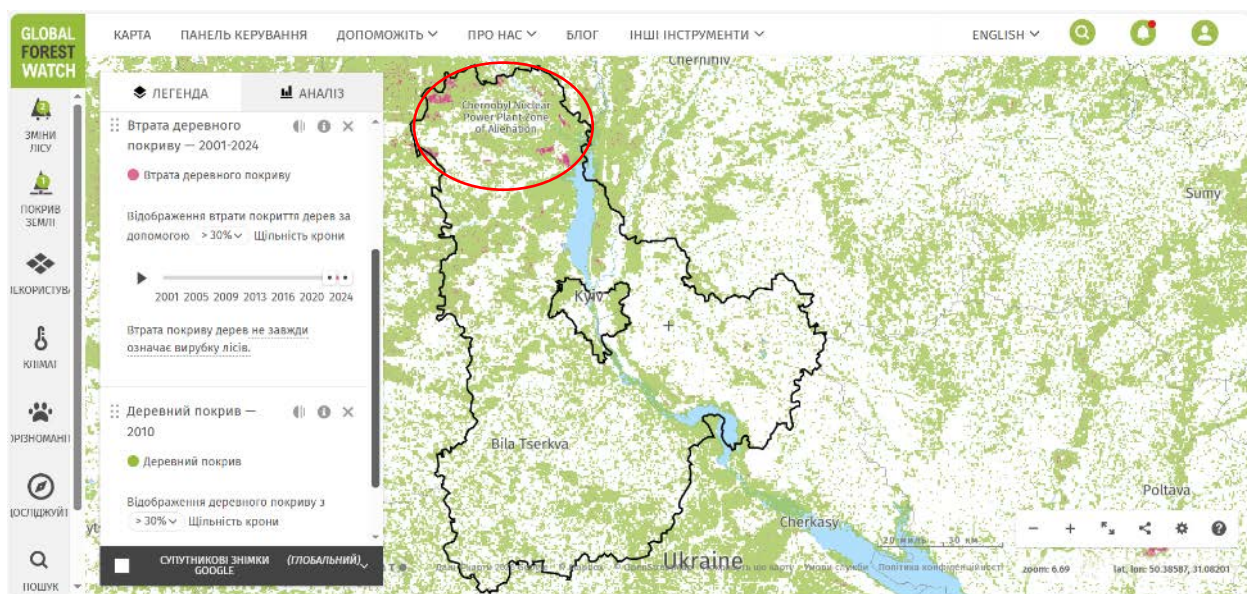


Рисунок 3.5 – Карта Київської області із зазначенням втрати деревного покриву з 2022 по 2024 роки

Аналіз карти рисунку 3.5 показав, що найбільша втрата деревного покриву у період з 2022 по 2024 роки відбулась у Іванківській об'єднаній територіальній громаді (ОТГ). На рисунку 3.6 представлена карта Іванківської ОТГ із зазначенням втрати деревного покриву з 2022 по 2024 роки.

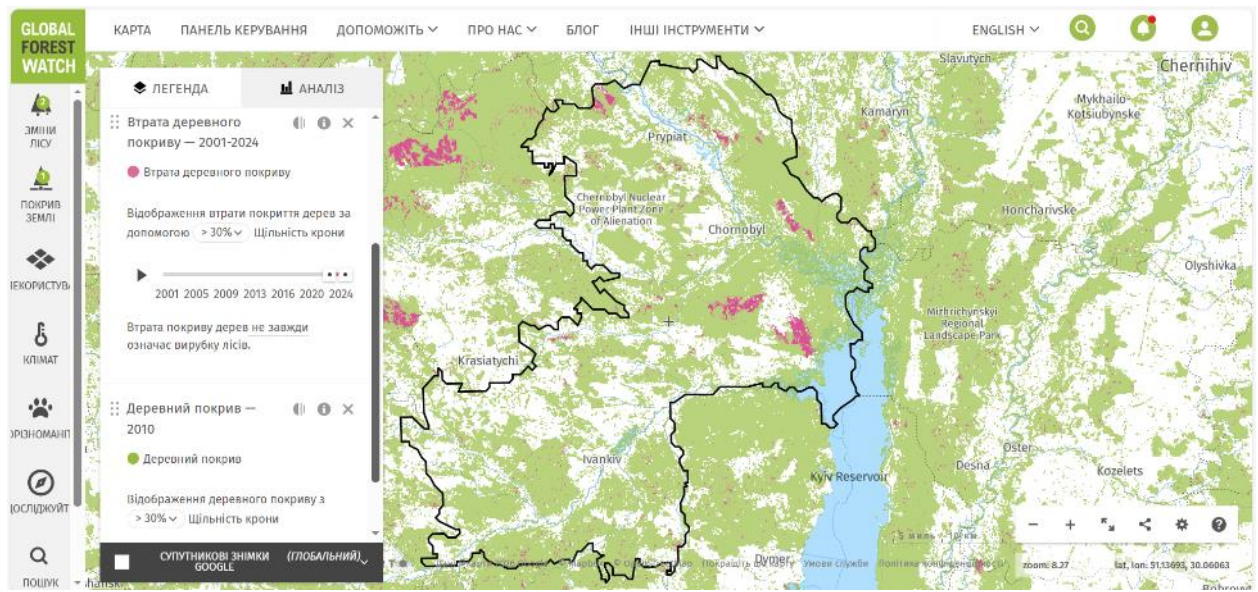


Рисунок 3.6 – Карта Іванківської ОТГ із зазначенням втрати деревного покриву з 2022 по 2024 роки

Інформація на рисунку 3.6 є візуальним відображенням подій, які були виявлені при виконанні аналізу втрат лісових насаджень у період повномасштабного вторгнення (підрозділ 3.2).

Для підтвердження, що вказана на рисунку 3.7 територія зазнала негативних наслідків внаслідок бойових дій, приведений фрагмент карти інформаційної платформи Deep State на рисунку 3.7.

За інформацією Global Forest Watch складені діаграми даних про втрату деревного покриву в Україні, Київській області та Іванківській ОТГ у період з 2022 по 2024 роки (рисунок 3.8).

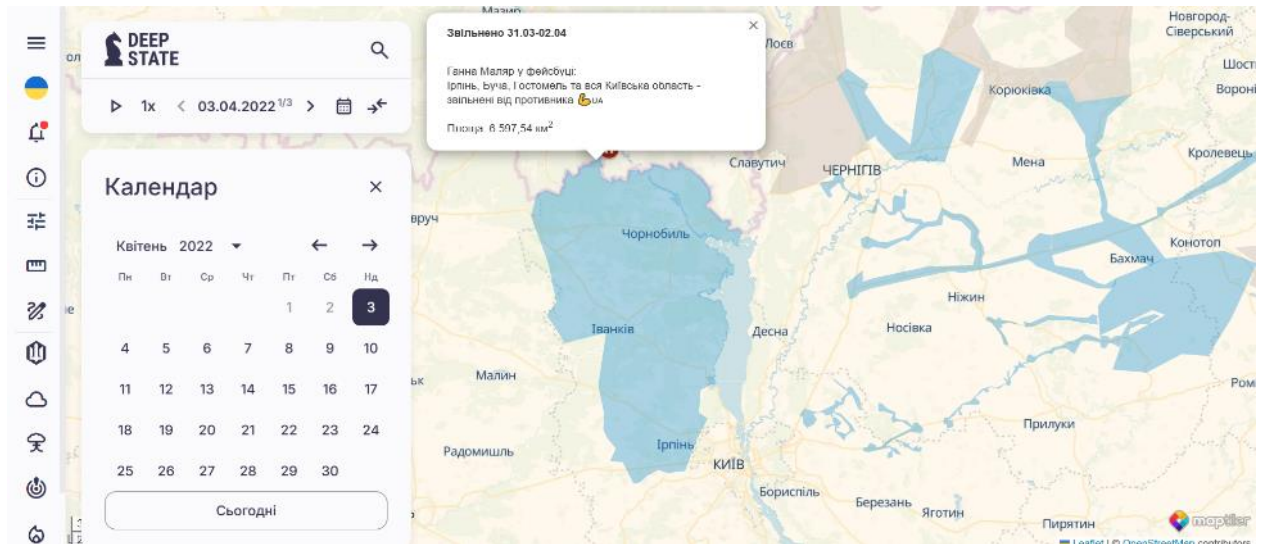


Рисунок 3.7 – Фрагмент карти України з цифрової платформи Deep State, на якій зазначена деокупована територія Київської області (дані станом на 03.04.2024 року)



Рисунок 3.8 – Діаграми даних про втрату деревного покриву в Україні, Київській області та Іванківської ОТГ у період з 2022 по 2024 роки

Наведені на рисунку 3.8 дані свідчать про суттєву динаміку втрат деревного покриву на різних територіальних рівнях у 2022–2024 роках, що відображає як вплив військових дій, так і поступові процеси стабілізації екологічної ситуації.

На загальнодержавному рівні спостерігається чітка тенденція до зростання втрат лісів: з 48 тис. га у 2022 році до 67 тис. га у 2023 році та 80 тис. га у 2024 році. Така динаміка свідчить про продовження бойових дій на території України також про пролонгований ефект військового впливу,

коли наслідки бойових дій (пожежі, пошкодження, мінування) проявляються не лише безпосередньо під час активної фази, а й у наступні роки. Крім того, це може бути пов'язано з покращенням систем моніторингу (зокрема дистанційного зондування), що дозволяє точніше фіксувати втрати.

У межах Київської області динаміка має інший характер. У 2022 році втрати становили 6,2 тис. га, у 2023 році вони зросли до 9,1 тис. га, що пояснюється відкладеним ефектом пошкоджень та виявленням нових ділянок деградації після деокупації територій. Водночас у 2024 році показник різко знизився до 3,7 тис. га. Це може свідчити про часткову стабілізацію ситуації, зменшення інтенсивності бойових дій у регіоні, а також початок відновлювальних процесів і більш ефективний контроль за станом лісових масивів.

Найбільш показовою є ситуація на локальному рівні Іванківської ОТГ, яка безпосередньо перебувала в зоні активних бойових дій у 2022 році. У цей період втрати становили 3,1 тис. га, що є значною величиною з огляду на площу громади. У 2023 році спостерігається незначне зниження до 2,7 тис. га, що свідчить про збереження негативних процесів, зокрема через наслідки пожеж і пошкоджень, які не були одразу зафіксовані. У 2024 році втрати різко скорочуються до 0,81 тис. га, що вказує на суттєве зниження темпів деградації лісового покриву.

Порівняльний аналіз показує, що частка Іванківської ОТГ у загальних втратах Київської області у 2022 році була дуже високою (близько 50 %), що підтверджує значний рівень ураження території внаслідок бойових дій. У наступні роки ця частка зменшується, що свідчить про поступове вирівнювання ситуації та зниження локального навантаження. Таким чином, можна зробити висновок, що:

- на національному рівні втрати лісів продовжують зростати, що відображає продовження війни;
- на регіональному та локальному рівнях (Київська область, Іванківська ОТГ) після пікового періоду спостерігається тенденція до зниження втрат;

- найбільш критичним був 2022 рік для територій, що перебували в зоні активних бойових дій;

- у 2024 році простежуються ознаки стабілізації та потенційного переходу до етапу відновлення лісових екосистем.

У цілому, отримані результати підтверджують необхідність подальшого моніторингу стану лісів із використанням дистанційних методів, а також впровадження системних заходів з відновлення пошкоджених територій, а платформа Global Forest Watch є важливим джерелом даних для оцінки втрат лісових насаджень, яка надає відкритий доступ до глобальних супутникових даних про зміни лісового покриву.

3.3.2. Дослідження втрат лісових насаджень за даними системи FIRMS (Fire Information for Resource Management System) для виявлення осередків пожеж

Для аналізу втрат лісових насаджень, спричинених пожежами, широко використовується система FIRMS (Fire Information for Resource Management System), яка базується на даних супутників NASA та забезпечує виявлення теплових аномалій у режимі, близькому до реального часу. Дані FIRMS дозволяють ідентифікувати місця виникнення пожеж, визначати їх інтенсивність та просторове поширення.

На рисунку 3.9 представлена карта Київської області з платформи FIRMS із зазначенням теплових аномалій червоним кольором станом на 23.02.2022 року у період з 19.02.2022 по 23.02.2022 рр., тобто у період перших 5 днів до початку повномасштабного вторгнення російської федерації в Україну.

Аналіз рисунку 3.9 показав, що на території Київської області у період з 19.02.2022 року по 23.02.2022 року фіксуються мінімальні кількості теплових аномалій.

На рисунку 3.10 представлена карта Київської області із зазначенням теплових аномалій червоним кольором станом на 28.02.2022 року у період з

24.02.2022 по 28.02.2022 рр., тобто у період перших 5 днів після початку повномасштабного вторгнення російської федерації в Україну.

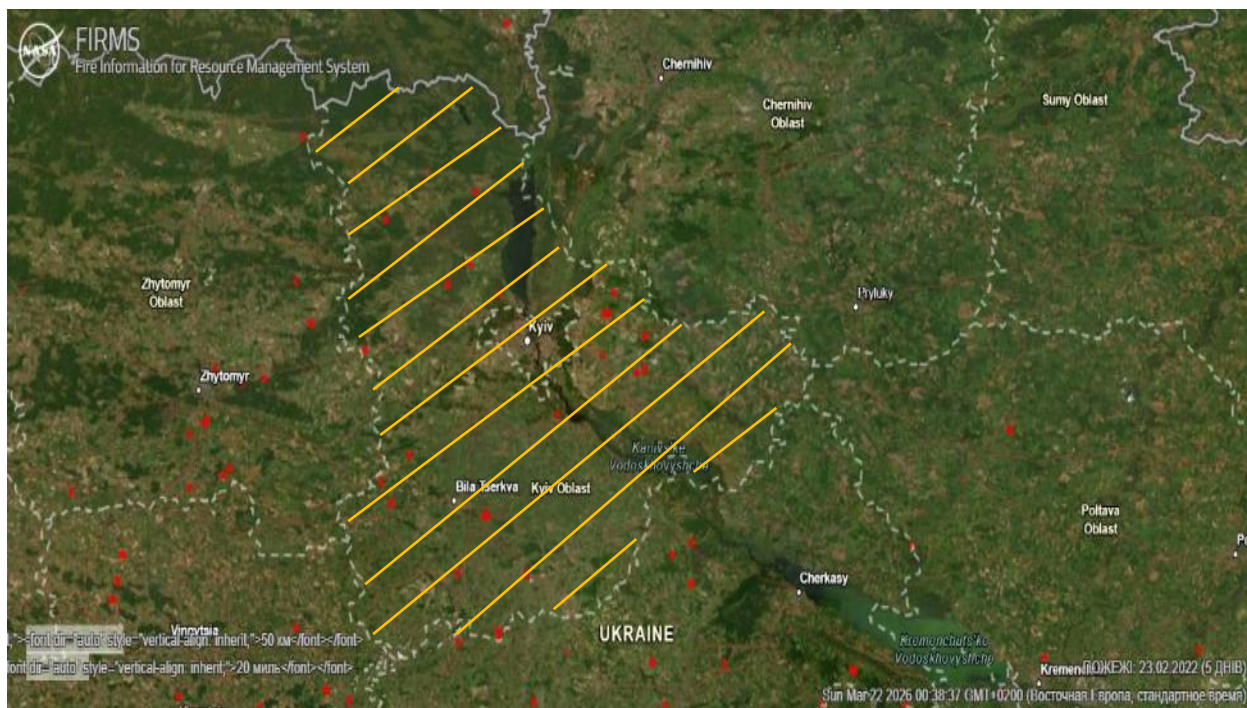


Рисунок 3.9 – Карта Київської області з платформи FIRMS станом на 23.02.2022 року

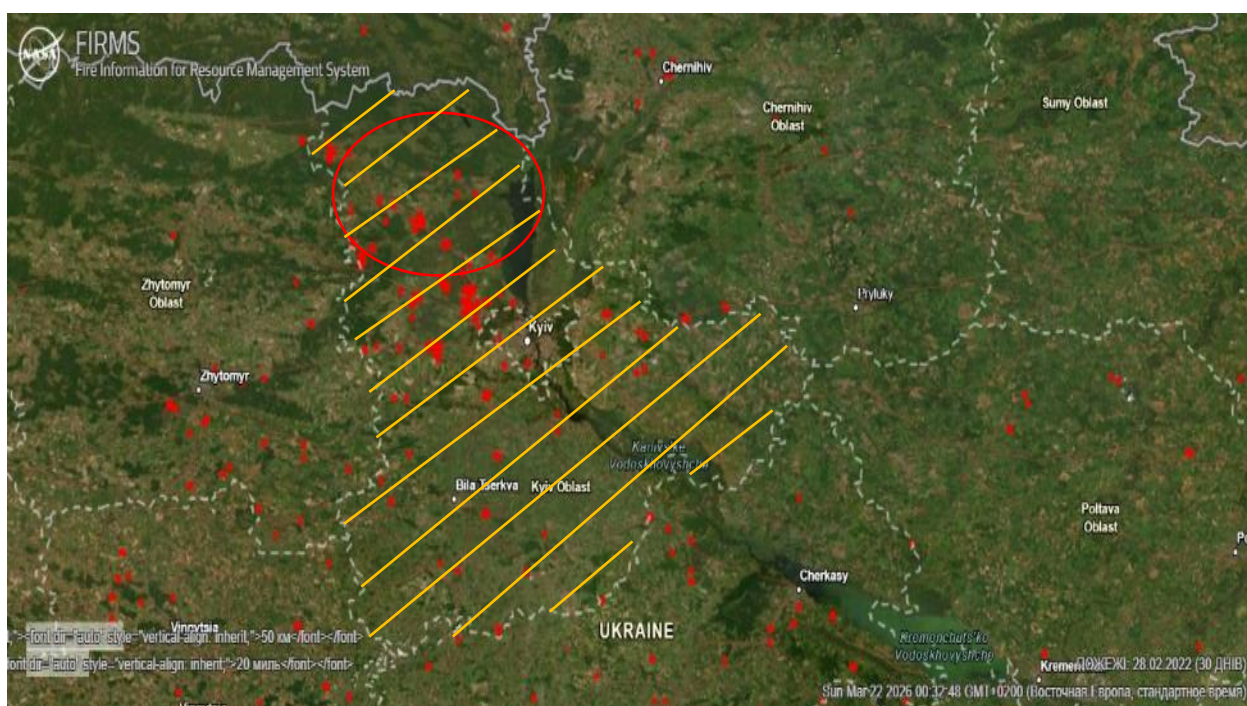


Рисунок 3.10 – Карта Київської області із зазначенням теплових аномалій червоним кольором станом на 28.02.2022 року у період з 24.02.2022 по 28.02.2022 рр.

Аналіз рисунку 3.10 показав збільшення теплових аномалій у період з 24.02.2022 по 28.02.2022 рр., що були викликані початком бойових дій у Київській області. На рисунку 3.11 представлена карта Київської області із зазначенням теплових аномалій червоним кольором станом на 31.03.2022 року у період з 01.03.2022 по 31.03.2022 рр., тобто у період активних бойових дій та окупації частини Київської області.

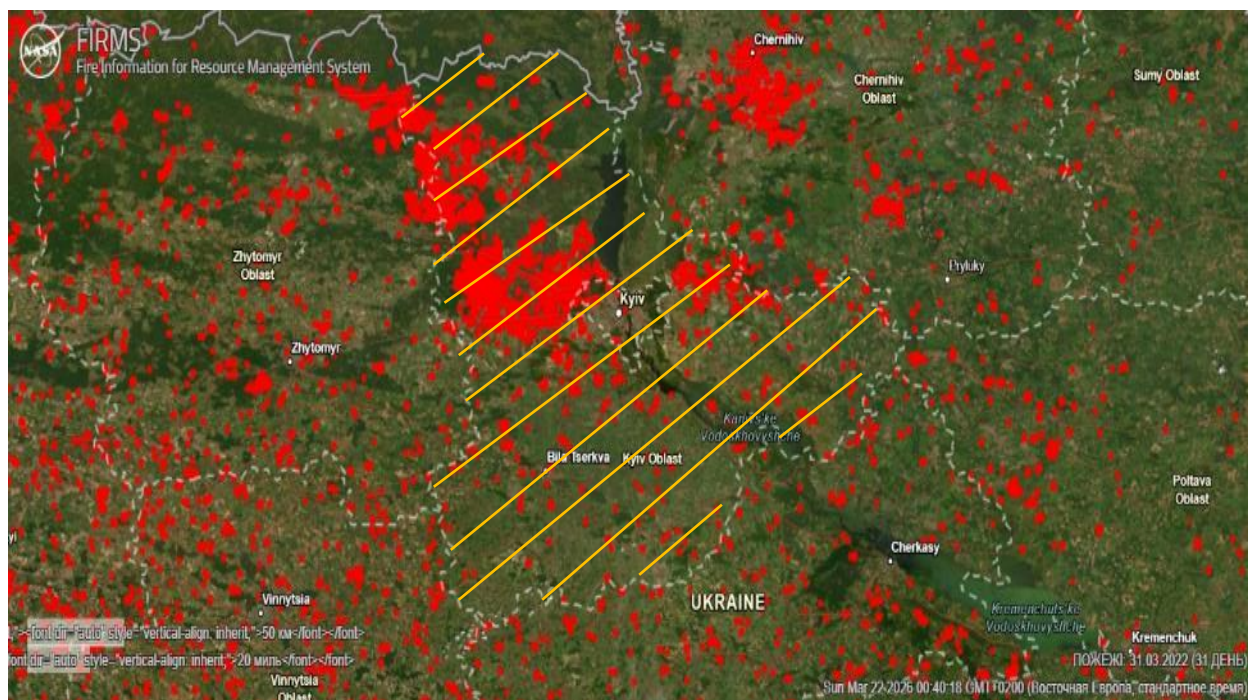


Рисунок 3.11 – Карта Київської області із зазначенням теплових аномалій червоним кольором у період з 01.03.2022 по 31.03.2022 рр.

Аналіз рисунку 3.11 показує, що внаслідок активних бойових дій у період з 01.03.2022 по 31.03.2022 рр. у Київській області фіксується велика кількість теплових аномалій, що підтверджують наявність лісових пожеж. На рисунку 3.12 представлена детальніша карта Іванківської ОТГ у цей період.

На рисунку 3.13 представлена карта Київської області із зазначенням теплових аномалій червоним кольором станом на 30.04.2022 року у період з 01.04.2022 по 30.04.2022 рр., тобто у період зупинки активних бойових дій та деокупації частини Київської області.

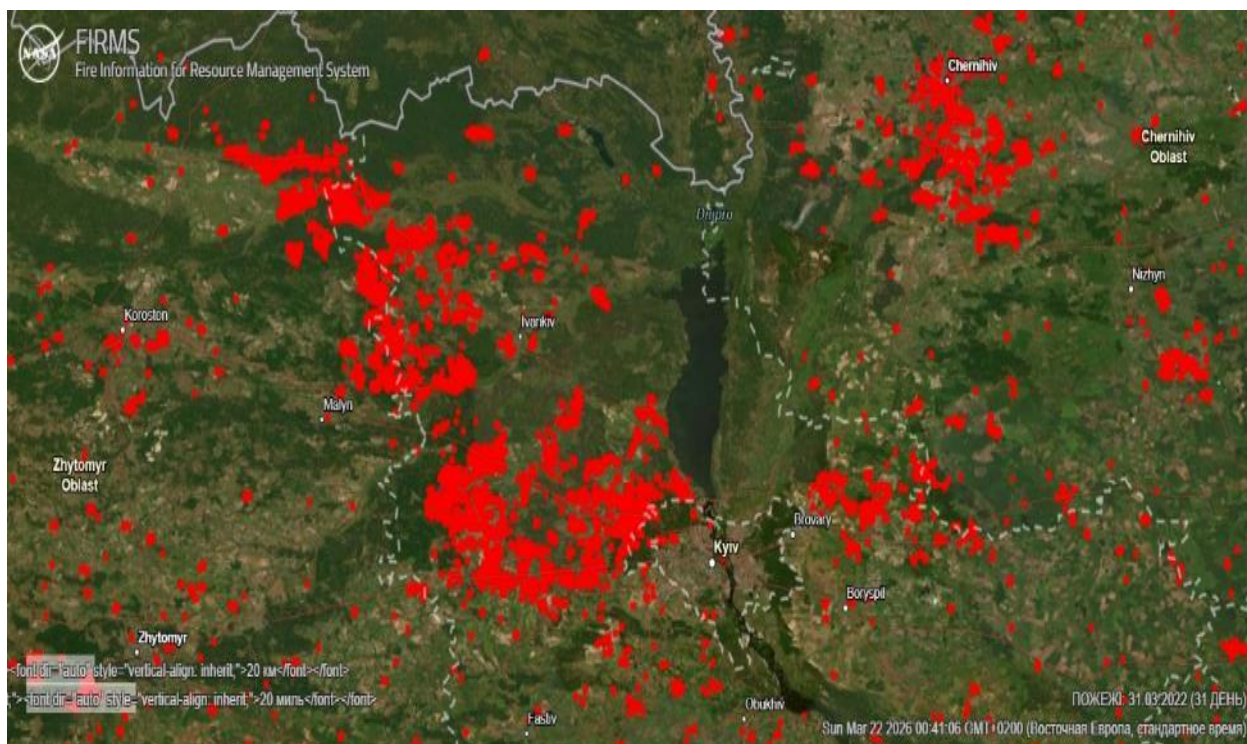


Рисунок 3.12 – Карта Іванківської ОТГ із зазначенням теплових аномалій червоним кольором у період з 01.03.2022 по 31.03.2022 рр.

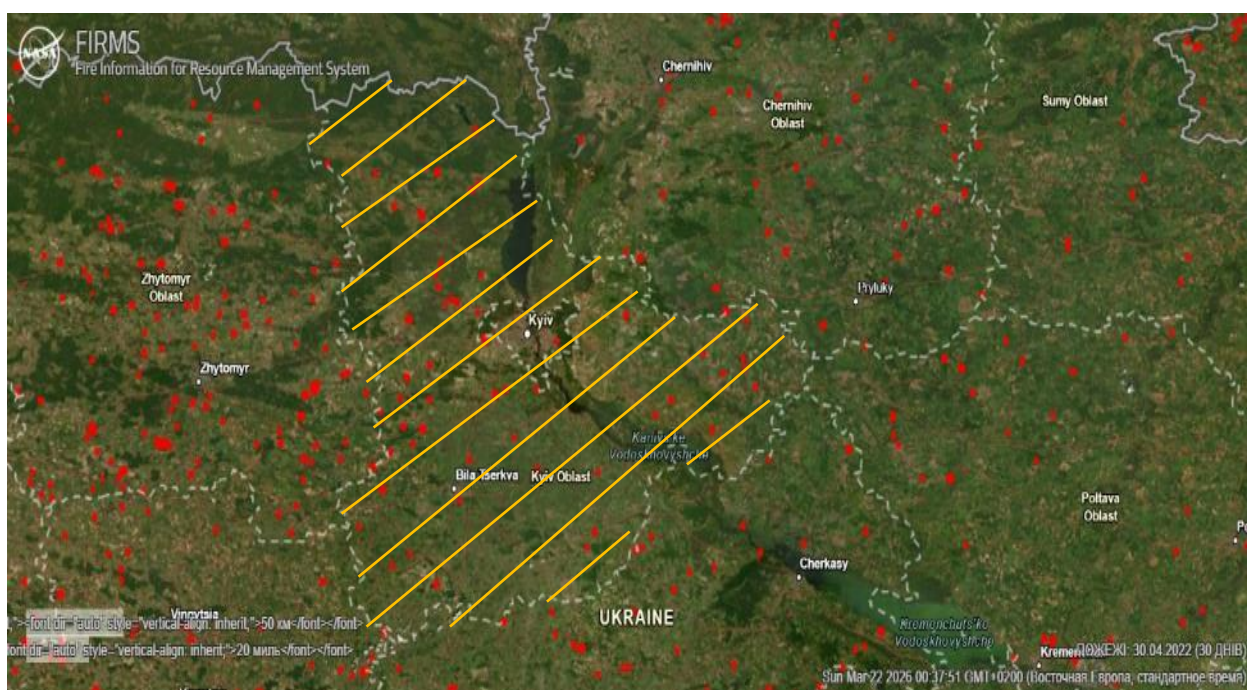


Рисунок 3.13 – Карта Київської області із зазначенням теплових аномалій червоним кольором у період з 01.04.2022 по 30.04.2022 рр.

Аналіз рисунку 3.13 свідчить, що кількість теплових аномалій на території Київської області у період з 01.04.2022 по 30.04.2022 рр. значно зменшилась, що підтверджує зупинку активних бойових дій та деокупації частини Київської області.

Таким чином, використання ГІС-технологій у поєднанні з даними Global Forest Watch та FIRMS забезпечує комплексну оцінку втрат лісових насаджень Київської області. Такий підхід дозволяє підвищити точність дослідження, підтвердити результати різними джерелами та сформувати науково обґрунтовану основу для подальших розрахунків екологічних збитків і розробки заходів відновлення лісових екосистем.

3.4. Розрахунок екологічних збитків та вартості першочергових відновлювальних заходів

Розрахунок екологічних збитків, завданих лісовим насадженням унаслідок військових дій, здійснюється відповідно до затверджених національних методик, які враховують як прямі втрати лісових ресурсів, так і порушення екологічних функцій лісів. В Україні ключовим нормативним документом є Методика визначення шкоди та збитків, заподіяних лісовому фонду, затверджена наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 414 від 05.10.2022 [45].

Згідно з цією методикою, оцінка збитків базується на комплексному підході, який включає визначення фактичних масштабів пошкодження, їх документування та подальший розрахунок вартості втрат. Встановлення фактів пошкодження здійснюється комісіями шляхом польових обстежень, аналізу матеріалів лісокористувачів і даних дистанційного зондування Землі [45].

Відповідно до першого етапу визначена площа пошкоджених або знищених лісових насаджень, що здійснилось на основі актів обстеження, супутникових даних та картографічних матеріалів. Отримані значення

використовуються як базовий показник для подальших розрахунків. Дані площі пошкоджених лісових ділянок для розрахунку зазначені в таблиці 2.1.

Відповідно до другого етапу виконується оцінка втрат деревних ресурсів, яка визначається на основі запасу деревини на одиницю площі та ринкової вартості деревини відповідних порід. Методика передбачає використання актуальних цін на деревину та лісопродукцію для розрахунку економічної складової збитків [45].

Розміри збитків від пошкодженої заготовленої лісопродукції визначено за формулою 2.2:

$$Рззл = (Цд - Цдп) \times Мд,$$

де: Рззл – розмір втрат від пошкодженої заготовленої лісопродукції, гривень [46];

Цд – вартість деревини згідно з бухгалтерським обліком, 2028 гривень [46];

Цдп – ціна переоціненої вартості деревини, 1404 гривень [46];

Мд – маса деревини, 140,774 куб. метрів [46].

$$Рззл = (2028 - 1404) \times 140,774 = 87842,98 \text{ грн.}$$

Розміри збитків від втраченої заготовленої лісопродукції визначено за формулою 2.3:

$$Рззвл = Цд \times Мд,$$

де, Рззвл – розмір втрат втраченої заготовленої лісопродукції, гривень;

Цд – вартість деревини згідно з бухгалтерським обліком, гривень;

Мд – маса деревини, куб. метрів.

В розрахунку використані дані втрати лісового фонду ДП «Іванківське лісове господарство», які наведені у таблиці 3.1 [46]. На основі цих даних розраховані збитки від втраченої заготовленої лісопродукції, які також наведені у таблиці 3.2.

Розрахунок неотриманих доходів лісокористувачів визначено за формулою 2.4:

$$Нд = Пл \times Пр \times Т \times Цл,$$

де, Нд – недоотриманий дохід від використання лісових ресурсів, грн.;

Пл – площа лісових ділянок з лісовою рослинністю (окуповані території), 39613 га [46];

Пр – річний приріст, 4,7 куб. метрів [46];

Т – термін окупації території, 0,1 рік [46];

Цп – фактична середня зважена ціна деревної породи, 1117 грн. [46].

$Нд = 39613 \times 4,7 \times 0,1 \times 1117 = 20796428,87$ грн.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані та результати розрахунку розмірів збитків від втраченої заготовленої лісопродукції [46]

Вид лісової продукції [46]	Вартість деревини згідно з бухгалтерським обліком, грн [46]	Маса деревини, куб. метрів [46]	Розмір втрат втраченої заготовленої лісопродукції, грн
Лісоматеріали круглі	1373	99,685	136870,00
Пиломатеріали	4277	298,744	1277730,00
Дрова колоті мл.	1560	10,360	16160,00
Дрова колоті тл.	1800	20,317	36570,00
Всього		429,106	1476330,00

Витрати для підготовки ґрунту для відтворення лісових культур на території, яка зазнала пошкоджень, визначено за формулою 2.5:

$$В_{пг} = Р_{пг} + В_{за} \times Пл,$$

де: $Р_{пг}$ – витрати на підготовку механізованим способом (в нашому випадку не використовується), гривень;

$В_{за}$ – загальновиробничі та адміністративні витрати, 1705,40 грн.;

Пл – площа підготовки ґрунту, 204,4 га та 41,1 га (з таблиці 2.1).

$$В_{пг} = 0 + 1705,40 \times (204,4 + 41,1) = 418675,70 \text{ грн.}$$

Загальні витрати становлять:

$$В_{заг} = Р_{ззл} + Р_{ззвл} + Нд + В_{пг} = 87842,98 + 1476330,00 + 20796428,87 + 418675,70 = 22779276,85 \text{ грн.}$$

В результаті розрахунків встановлено, що збитки становлять приблизно 22,779 млн. грн.

3.5. Розробка заходів зі стабілізації стану та відновлення пошкоджених лісових територій

Відновлення лісових територій, пошкоджених унаслідок військових дій, є складним багаторівневим процесом, що передбачає реалізацію комплексу екологічних, лісогосподарських та організаційних заходів. Основною метою є стабілізація стану екосистем, відновлення їх продуктивності та екологічних функцій, а також мінімізація довготривалих негативних наслідків.

Першочерговим етапом є забезпечення безпеки територій, що включає розмінування та очищення від вибухонебезпечних предметів. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, значна частина лісових територій, що зазнали впливу бойових дій, залишається потенційно небезпечною для проведення будь-яких відновлювальних робіт, що ускладнює доступ до них і затримує початок лісогосподарських заходів.

Наступним важливим напрямом є ліквідація наслідків пошкоджень, що включає санітарні рубки, видалення згорілих і пошкоджених дерев, очищення території від залишків техніки та будівельних матеріалів. Такі заходи спрямовані на запобігання поширенню шкідників і хвороб, а також створення умов для природного або штучного відновлення лісів.

Одним із ключових етапів є відновлення ґрунтового покриву, який зазнає значних ушкоджень унаслідок вибухів, пожеж та пересування техніки. До основних заходів належать рекультивація порушених земель, внесення органічних і мінеральних добрив, а також заходи з протидії ерозії. Згідно з дослідженнями, відновлення ґрунтової структури є критично важливим для успішного росту нових насаджень.

Важливим напрямом є лісовідновлення, яке може здійснюватися як природним, так і штучним шляхом. Природне відновлення передбачає самосів і відновлення рослинності без втручання людини, що є доцільним у разі незначних пошкоджень. У випадках значної деградації застосовується штучне лісовідновлення шляхом створення лісових культур із використанням

місцевих деревних порід, адаптованих до умов регіону. В Україні ці процеси регулюються нормативними документами лісового господарства та рекомендаціями Державного агентства лісових ресурсів.

Окрему увагу слід приділяти відновленню біорізноманіття, яке передбачає створення умов для повернення видів флори і фауни, відновлення природних біотопів та формування стійких екосистем. Це може включати створення мозаїчних ландшафтів, збереження окремих природних ділянок та впровадження природоорієнтованих підходів до лісового господарства.

Важливим елементом є моніторинг стану відновлюваних територій, який здійснюється за допомогою польових спостережень і дистанційних методів. Використання супутникових даних дозволяє відстежувати динаміку відновлення лісового покриву та своєчасно коригувати заходи. Зокрема, платформи глобального моніторингу лісів рекомендуються для оцінки ефективності відновлювальних робіт.

Крім того, необхідним є економічне та організаційне забезпечення відновлення, що включає залучення державного фінансування, міжнародної допомоги та інвестицій. За оцінками міжнародних організацій, відновлення лісових екосистем після військових дій потребує значних фінансових ресурсів і тривалого часу.

Таким чином, відновлення пошкоджених лісових територій потребує комплексного підходу, який включає заходи з безпеки, ліквідації наслідків пошкоджень, відновлення ґрунтів і рослинності, а також постійного моніторингу. Реалізація цих заходів дозволить стабілізувати стан лісових екосистем та забезпечити їх поступове відновлення в післявоєнний період.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що військові дії є визначальним фактором масштабних втрат лісових насаджень, які проявляються як у формі прямого знищення деревного покриву, так і у вигляді довготривалої деградації лісових екосистем.

2. На прикладі ДП «Іванківське лісове господарство» підтверджено, що найбільші пошкодження були спричинені пожежами, викликаними бойовими діями, які через обмежений доступ до територій набували значного поширення.

3. Встановлено, що динаміка лісових втрат має різномірний характер: на національному рівні спостерігається зростання втрат лісового покриву у 2022–2024 роках, тоді як на регіональному та локальному рівнях після пікового 2022 року простежується тенденція до їх зниження, що свідчить про часткову стабілізацію ситуації.

4. Доведено ефективність застосування геоінформаційних технологій та супутникових даних для виявлення, просторового аналізу та кількісної оцінки втрат лісових насаджень. Їх використання дозволяє підвищити точність досліджень і забезпечити оперативний моніторинг змін лісового покриву.

5. Виконаний розрахунок екологічних збитків засвідчив значний економічний та екологічний ефект від втрат, що включає прямі матеріальні збитки, недоотримані доходи та витрати на відновлення. Це підтверджує необхідність залучення значних ресурсів для відновлення лісових екосистем.

6. Обґрунтовано, що відновлення пошкоджених лісових територій має здійснюватися на основі комплексного підходу, який включає розмінування, ліквідацію наслідків пошкоджень, відновлення ґрунтів, лісовідновлення та довгостроковий моніторинг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Одум Ю. Основи екології. — К.: Либідь, 2001. — 320 с.
2. Global Forest Resources Assessment 2020 / Food and Agriculture Organization. - Rome, 2020. URL: <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/past-assessments/fra-2020/en> (дата звернення: 22.03.2026).
3. IPCC. Climate Change and Land. - Geneva, 2019. URL: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/Fullreport.pdf> (дата звернення: 22.03.2026).
4. Мельник Л.Г. Екологічна економіка [Текст] : підручник / Л.Г. Мельник. - 3-є вид. випр.і допов. - Суми : Університетська книга, 2006. - 367 с. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/45309> (дата звернення: 22.03.2026).
5. Global Environment Outlook / United Nations Environment Programme. - Nairobi, 2019. URL: <https://www.unep.org/resources/global-environment-outlook-6>. (дата звернення: 25.03.2026).
6. Лісовий кодекс України від 21.01.1994 № 3852-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text> (дата звернення: 25.03.2026).
7. Яворовський П. П. Вплив змін клімату на лісові екосистеми // Лісове і садово-паркове господарство. - 2015. - №6. URL: <https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/en/article/view/9995> (дата звернення: 25.03.2026).
8. Ковальчук Н. П., Петрук С. Р. Особливості впливу навколишнього середовища на стан лісових насаджень України // Сільськогосподарські машини. - 2022. - №49. URL: <https://doi.org/10.36910/acm.vi49.1060> (дата звернення: 25.03.2026).
9. Кузик А. Д., Товарянський В. І. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми України та їх післявоєнне відновлення // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. - 2023. - №27. - С. 16–22. URL: <https://doi.org/10.32447/20784643.27.2023.02> (дата звернення: 27.03.2026).

10. Пацев І. С., Барабаш О. В. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми Житомирщини // Наукові праці Житомирського державного технологічного університету. - 2023. URL: <http://eztuir.ztu.edu.ua/123456789/8300> (дата звернення: 27.03.2026).

11. Глушко К. В. Вплив лісових пожеж на довкілля. - Київ: НУБіП України, 2025. URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/12370> (дата звернення: 27.03.2026).

12. Екологічна оцінка впливу пожеж у природних екосистемах на стан екологічної безпеки Житомирської області // Проблеми хімії та сталого розвитку. - 2023. URL: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-8> (дата звернення: 28.03.2026).

13. Аналітичні матеріали щодо впливу війни на довкілля України. - 2025. URL: <https://www.facenews.ua/video/2025/325786> (дата звернення: 28.03.2026).

14. Інформація про наслідки для довкілля від російської агресії / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/radiatsijnyj-zahyst/informatsiya-pro-naslidky-dlya-dovkillya-vid-rosijskoyi-agresiyi-v-ukrayini-24-lyutogo-9-bereznaya-2022-roku> (дата звернення: 28.03.2026).

15. Війна та ґрунти: екологічні наслідки, причини та шляхи вирішення / Державна екологічна інспекція України. URL: <https://sw.dei.gov.ua/post/viyna-ta-grunti-ekologichni-naslidki-prichini-ta-shlyakhi-virishennya> (дата звернення: 28.03.2026).

16. Військова агресія Росії проти України: виклики для довкілля. URL: <https://eco.rayon.in.ua/news/726713-viyskova-agresii-rosii-proti-ukraini-yaki-vikliki-dlya-dovkillya> (дата звернення: 28.03.2026).

17. Війна Росії проти України. Головні виклики для довкілля / Екологія-Право-Людина. URL: <https://epl.org.ua/announces/vijna-rosiyi-proty-ukrayiny-golovni-vyklyky-dlya-dovkillya> (дата звернення: 28.03.2026).

18. Екобезпека в умовах війни. URL: <https://4uth.gov.ua/environmental-security-in-the-conditions-of-war> (дата звернення: 28.03.2026).

19. Protocol Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949 (Protocol I). - 1977. URL: <https://ihl-databases.icrc.org> (дата звернення: 28.03.2026).

20. Convention on the Prohibition of Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques (ENMOD). 1976. URL: <https://disarmament.unoda.org/en/our-work/weapons-mass-destruction/convention-prohibition-military-or-any-other-hostile-use-environmental-modification-techniques> (дата звернення: 28.03.2026).

21. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». 1991. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 28.03.2026).

22. Про затвердження Методики визначення шкоди та збитків, завданих територіям та об'єктам природно-заповідного фонду внаслідок збройної агресії російської федерації / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1416-22#Text> (дата звернення: 28.03.2026).

23. Кримінальний кодекс України. 2001. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text> (дата звернення: 28.03.2026).

24. Рекомендації щодо комплексного лісопатологічного обстеження насаджень для виявлення нових інвазійних шкідливих організмів та їхнього впливу на стан насаджень. Київ: Держлісагентство України. URL: <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/perelik-dokumentiv-shcho-shvaleni-naukovo-tehnichnoyu-radoyu/t5-metodyka-invazijni.pdf> (дата звернення: 28.03.2026).

25. Рекомендації щодо заходів з підвищення пожежостійкості лісів та методика прогнозування їхнього після пожежного розвитку. Київ: Держлісагентство України. URL: <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/perelik-dokumentiv-shcho-shvaleni-naukovo-tehnichnoyu-radoyu/t7recommendationsforestsfireresistance.pdf> (дата звернення: 28.03.2026).

26. Global Forest Watch. URL: <https://www.globalforestwatch.org> (дата звернення: 28.03.2026).
27. FIRMS (Fire Information for Resource Management System). URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov> (дата звернення: 28.03.2026).
28. Longley P. A. et al. Geographic Information Systems and Science. Wiley, 2015. URL: https://books.google.com.ua/books?id=C_EwBgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=uk&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false (дата звернення: 28.03.2026).
29. Assessing the environmental impacts of the war in Ukraine. URL: <https://wwfcee.org/our-offices/ukraine/assessing-the-environmental-impacts-of-the-war-in-ukraine#:~:text=Military%20intervention%20threatens%20these%20natural,been%20degraded%20by%20military%20action>. (дата звернення: 28.03.2026).
30. Екологічний паспорт Київської області за 2022 рік. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/Ekologichnyj-pasport-Kyyivska-oblast.pdf> (дата звернення: 28.03.2026).
31. Екологічний паспорт Київської області за 2023 рік. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/ekologichni-pasporty/> (дата звернення: 28.03.2026).
32. Атлас Київської області (фізична карта та інші). URL: https://geoknigi.com/view_map.php?id=31 (дата звернення: 28.03.2026).
33. Паспорт громади. URL: <https://ivankiv-gromada.gov.ua/ua/plugins/userPages/207> (дата звернення: 28.03.2026).
34. Дайджест ключових наслідків російської агресії проти України. URL: <https://mepr.gov.ua/dajdzhest-klyuchovyh-naslidkiv-rosijskoyi-agresiyi-dlya-ukrayinskogo-dovkilliya-za-2-8-cherhvnya-2022-roku/> (дата звернення: 28.03.2026).
35. Інструкція з обліку лісових пожеж. URL: https://fire.ukrforest.com/docs/instruction_279.pdf (дата звернення: 28.03.2026).

36. Охорона лісів. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisove-gospodarstvo/ohorona-i-zahist-lisiv/ohorona-lisiv-vid-pozhezh> (дата звернення: 28.03.2026).
37. Global Forest Resources Assessments. URL: <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/resources/fra-publications/en> (дата звернення: 28.03.2026).
38. Sentinels. URL: <https://sentinels.copernicus.eu/web/success-stories/-/forests-and-their-traits-copernicus-sentinel-2-and-tree-resilience> (дата звернення: 29.03.2026).
39. Forest Monitoring Designed for Action. URL: <https://www.globalforestwatch.org/> (дата звернення: 29.03.2026).
40. Fire Information for Resource Management System. URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:24hrs;@0.0,0.0,3.0z> (дата звернення: 29.03.2026).
41. Earth Observatory NASA. URL: <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/> (дата звернення: 29.03.2026).
42. UKRAINE fourth rapid damage and needs assessment RDNA4. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099022025114040022/pdf/P180174-ca39eccd-ea67-4bd8-b537-ff73a675a0a8.pdf> (дата звернення: 29.03.2026).
43. Ліси у вогнях війни. Втрачено понад 1000 квадратних кілометрів. URL: <https://uwecworkgroup.info/uk/flames-of-war-how-ukraine-lost-over-1000-square-kilometers-of-forest/> (дата звернення: 29.03.2026).
44. Інформаційна платформа Deep State з інформацією щодо війни в Україні. <https://deepstatemap.live/?ref=producthunt#6/48.5389260/28.7841797> (дата звернення: 29.03.2026).
45. Наказ Міндовкілля від 05.10.2022 р. № 414 «Про затвердження Методики визначення шкоди та збитків, заподіяних лісовому фонду внаслідок збройної агресії Російської Федерації». URL: <https://document.vobu.ua/doc/15529> (дата звернення: 29.03.2026).
46. Розпорядження №92 від 05.04.2023 р. Вишгородської районної військової адміністрації Київської області. URL: <https://vysh.gov.ua/documents/> (дата звернення: 29.03.2026).