

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екології та менеджменту довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему:

МОНІТОРИНГ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ ІЗІЮМСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-41
спеціальності: 101 «Екологія»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

ПІ автора _____ / КОВАЛЬОВ Іван
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / Андрій АЧАСОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____ / Андрій АЧАСОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

м. Харків – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Інститут: Навчально-науковий інститут екології

Кафедра: екології та менеджменту довкілля

Рівень вищої освіти: бакалавр

Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ / проф. Андрій АЧАСОВ

підпис ім'я та прізвище

“ ” _____ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)**

Іван КОВАЛЬОВ

(ім'я та прізвище)

Тема роботи: Моніторинг лісових насаджень Ізюмського району Харківської області, що постраждали внаслідок бойових дій

керівник роботи _____ Андрій АЧАСОВ, професор _____,
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “ ” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом роботи 08.05.2024

3. Перелік питань, які потрібно розробити :

1. Ознайомитися з літературою методів дослідження та с територією дослідження.
2. Провести дешифрування території до окупації території та деокупації
3. Зробити оцінку стану лісових насаджень території та деокупації.
4. Підсумувати результати у висновках.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд літературних джерел з тематики дослідження.
2	Написання теоретичного розділу роботи.
3	Підбір знімків території дослідження. Підготовка відповідного розділу.
4	Проведення розрахунків.
5	Аналіз та узагальнення результатів.
6	Формування висновків відповідно до завдань дипломної роботи.
7	Підготовка та оформлення списку інформаційних джерел відповідно до вимог норм контролю.
8	Редагування оформлення тексту роботи та проходження норм контролю.

5. Дата видачі завдання _____

Студент

_____ підпис

Іван КОВАЛЬОВ

ім'я і прізвище

Керівник роботи

_____ підпис

Андрій АЧАСОВ

посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ
**МОНІТОРИНГ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ ІЗЮМСЬКОГО РАЙОНУ
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ
ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ**

Іван КОВАЛЬОВ

Кваліфікаційна робота «Моніторинг лісових насаджень Ізюмського району Харківської області, що постраждали внаслідок бойових дій» містить сторінок, 3 розділи, 1 таблицю, 10 рисунків, 1 формулу, 22 використаних джерел.

Мета роботи: Провести дешифрування лісових насаджень Ізюмського району Харківської області та надати оцінку їхнього стану.

Актуальність теми. Моніторинг лісових насаджень Ізюмського району Харківської області, постраждалих внаслідок бойових дій, залишається актуальним для відновлення та охорони екологічно важливих територій.

Завдання : Провести дешифрування території до окупації території та деокупації. Визначити пошкодження території в гектарах. Зробити грошову оцінку стану лісових насаджень території.

Методи. Робота включає практичні та теоретичні методи дослідження.

Результати. Для дослідження обрано знімки території Ізюмського району за 2021 та 2023 роки. Проведено дешифрування стану лісових насаджень. За розрахованими даними було виявлено, що: територія пошкоджень займає 1373,42 га, грошова оцінка складає 62,5 млн. грн.

ЛІС, ЛІСОВІ НАСАДЖЕННЯ, , ДЗЗ, ДЕШИФРУВАННЯ, БОЙОВІ ДІЇ.

ABSTRACT

MONITORING OF FOREST PLANTATIONS IN THE IZIUM DISTRICT OF THE KHARKIV REGION AFFECTED BY HOSTILITIES

Ivan KOVALEV

The qualification work ‘Monitoring of forest plantations in the Izyum district of Kharkiv region, affected by hostilities’ contains pages, 3 sections, 1 table, 10 figures, 1 formula, 22 references.

The purpose of the work: To decipher the forest plantations of the Izyum district of Kharkiv region and assess their condition.

Actuality of theme. Monitoring of forest plantations in the Izyum district of Kharkiv region affected by hostilities remains relevant for the restoration and protection of ecologically important areas.

Task: To decipher the territory before the occupation and de-occupation. Determine the damage to the territory in hectares. Make a monetary assessment of the condition of forest plantations on the territory.

Methods. The work includes practical and theoretical research methods.

The results. For the study, we selected images of the territory of the Izyum district for 2021 and 2023. The condition of forest plantations was identified. According to the calculated data, it was found that: the area of damage covers 1373.42 hectares, with a monetary value of UAH 62.5 million.

FOREST, FOREST PLANTATIONS, , SIGIL, DECRYPTION, HOSTILITIES.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ	7
1.1 Поняття про лісові ресурси та важливість їх збереження.....	7
1.2 Можливості технології дистанційного зондування при дослідженні лісових насаджень.....	9
РОЗДІЛ 2. МЕТОД ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
2.1 Характеристика території досліджень.....	11
2.2 Стисла характеристика лісових насаджень Ізюмського району Харківської області.....	12
2.3. Методичні аспекти використання технології дистанційного зондування для моніторингу лісів.....	13
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	16
3.1. Дешифрування стану лісових насаджень Ізюмського району Харківської області.....	16
3.2. Оцінка стану лісових насаджень Ізюмського району Харківської області.....	23
ВИСНОВКИ.....	26
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	27

ВСТУП

Військові дії залишають позначку не лише на людях та містах, але й на навколишньому середовищі, включаючи лісові масиви. Сьогодні відновлення та збереження лісових насаджень стає нагальною потребою, особливо в контексті відновлення територій, що постраждали від бойових дій. Унаслідок широкомасштабної військової агресії з боку росії, стає надзвичайно важливим вирішення питання чіткої просторової реєстрації порушень природних комплексів та їх складових.

Ліси України є важливим елементом природного довкілля та відіграють значну роль у забезпеченні екологічної рівноваги, збереженні біорізноманіття та забезпеченні стійкості клімату. Дослідження лісових екосистем України є актуальною темою, що привертає увагу вчених, екологів, географів та інших спеціалістів.

Моніторинг лісових насаджень Ізюмщини ставить за мету провести дешифрування космічних знімків. Дослідити ступінь пошкоджених площ та розрахувати грошову оцінку завданої шкоди лісам. Оцінка завданої шкоди лісам не лише допоможе у визначенні необхідних ресурсів для їх відновлення, але й надасть підставу для розробки механізмів компенсації та попередження подібних екологічних катастроф у майбутньому.

Визначення грошової оцінки лісу, що постраждав внаслідок бойових дій, є важливим процесом, який має як екологічне, так і економічне значення. По-перше, така оцінка дозволяє встановити масштаби завданої шкоди природним ресурсам і оцінити необхідні заходи для їх відновлення. Це критично важливо для підтримки біорізноманіття та екосистемних послуг, які лісові масиви надають, таких як очищення повітря, регуляція водного режиму та збереження ґрунтів. По-друге, грошова оцінка збитків дозволяє визначити обсяг компенсаційних заходів та ресурсів, необхідних для відновлення лісових територій. Це, у свою чергу, впливає на планування державних бюджетів та залучення міжнародної допомоги.

Мета роботи: Провести дешифрування лісових насаджень Ізюмського району Харківської області та надати оцінку їхнього стану.

Об'єкт дослідження: лісові насадження Ізюмського району Харківської області.

Предмет дослідження: стан лісових насаджень Ізюмського району після бойових дій.

Актуальність дослідження: Моніторинг лісових насаджень Ізюмського району Харківської області, постраждалих внаслідок бойових дій, залишається актуальним для відновлення та охорони екологічно важливих територій.

Поставленне завдання:

1. Ознайомитись з літературою методів дослідження та с територією дослідження.
2. Провести дешифрування території до окупації території та деокупації.
3. Зробити оцінку стану лісових насаджень території
4. Підсумувати результати у висновках

Методи дослідження: Робота включає теоретичні та практичні методи: дослідження літератури, опрацювання знімків, опис, аналіз, порівняння .

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Поняття про лісові ресурси та важливість їх збереження

Поняття та визначення лісу охоплюють ряд термінів та описів яких налічується понад сотні. Ці визначення можна умовно або формально розділити на такі категорії: 1) визначення лісу як складової природного середовища, 2) в контексті адміністративних або правових аспектів, 3) як об'єкт природокористування. У багатьох країнах світу ліс визначається як земельний ресурс, що призводить до включення до нього таких складових як землі та природні об'єкти пов'язані з ним: лісові дороги, водоймища, болота, галявини та т.д [1].

Згідно зі статтею 1 Лісового кодексу України, ліс - це природний комплекс, який містить переважно деревну та кущову рослинність, а також відповідні ґрунти, трав'яну рослинність, тваринний світ, мікроорганізми та інші природні складові. Ці компоненти взаємодіють між собою у своєму розвитку, впливають один на одного і на навколишнє природне середовище [2].

В.В. Костицький вказує на те, що ліс формує такий комплекс рослин, де збільшення чисельності видів дерев створює нові характеристики, а саме - екосистеми, що охоплюють не лише дерева, а також ґрунт, рослини, комахи, птахів, та тварини, які впливають на довкілля [3].

У Лісовому кодексі України відсутня класифікація лісових ресурсів, але визначено їх склад. Так, до складу лісових ресурсів віднесено деревні, технічні, лікарські та інші продукти лісу, що використовуються для задоволення потреб населення і виробництва, та відтворюються у процесі формування лісових природних комплексів. До лісових ресурсів також належать корисні властивості лісів (здатність лісів зменшувати негативні наслідки природних явищ, захищати ґрунти від ерозії, запобігати забрудненню навколишнього природного середовища та очищати його, сприяти регулюванню стоку води, оздоровленню

населення та його естетичному вихованню тощо), що використовуються для задоволення суспільних потреб [4].

Науковці також пропонують різні класифікаційні групи щодо лісових ресурсів. Класифікація Ю.Ю. Туниці, яка об'єднує всі користі лісу наступним чином [5]:

1. ресурси, що походять від дерев
2. ресурси, що походять від недеревних рослин
3. ресурси тваринного походження

І. М. Синькевич розрізняє групу культивованих рослинних лісових ресурсів, яка включає грибні та ягідні культури на відкритому ґрунті, та категорію культивованих тваринних лісових ресурсів, що включає тварин, розведених у лісомисливських фермах [6].

Т. М. Сторожук та Н. С. Дружинська також розділяють лісові ресурси на дві категорії: первинні та вторинні. До першої групи належать деревостани, відкриті лісові насадження, культури у лісових дитсадках і плантаціях, природні молодняки та інше. До другої групи відносять деревину, живицю, соки, шишки, квіти, насіння деревних та кущових видів, горіхи, матеріали для лісового садівництва, кору, зелень, гілки та інше. Осідлі гриби, насіння та квіти лікарських трав, фрукти та інші недеревні продукти збирання з лісу, входять в цю категорію [7].

Лісові насадження - це термін, що використовується для опису лісів, які були засаджені або пересаджені людиною. Вони відрізняються від природних лісів, які розвиваються природним шляхом без прямого втручання людини. Лісові насадження можуть бути створені з різних цілей, таких як забезпечення деревної продукції, збереження біорізноманіття, охорона ґрунтів та водних ресурсів, рекреаційні цілі тощо.

Задля протидії загрозам, які виникають перед лісами, необхідно здійснювати спільні заходи на різних рівнях: від місцевого до глобального. Уряди, політичні діячі, організації з природоохорони та громадяни повинні спільно працювати над розробкою та впровадженням ефективних стратегій

збереження та сталого управління лісами. Це включає створення заповідних територій, підтримку ініціатив з лісовідновлення та лісонасадження, посилення законодавства для запобігання незаконному вирубуванню та зміні використання земель, захист прав корінних народів та місцевих спільнот на землю та ресурси, а також інвестування в альтернативні джерела доходу, сумісні зі збереженням лісів.

1.2 Можливості технології дистанційного зондування при дослідженні лісових насаджень

Вплив природних та антропогенних чинників призводить до змін у навколишньому середовищі. Саме через спостереження за довкіллям, оцінку його поточного стану та прогнозування розвитку здійснюється моніторинг навколишнього середовища.

Поняття як моніторинг довкілля, практичний напрям системної екології, з'явився тільки у другій половині XX ст., а основною метою моніторингу, є встановлення критеріїв і визначення меж стійкості екологічних систем [8]. Система моніторингу ґрунтується на використанні наявних організаційних структур, суб'єктів моніторингу і передбачає операцію на підґрунті єдиної нормативної, організаційної, методологічної та метрологічної бази, інтеграцію складових та уніфікацію компонентів цієї системи.

Дистанційне зондування землі - це метод збирання даних про земельну поверхню та наявні на ній об'єкти, використовуючи реєстрацію електромагнітних хвиль, які відбиваються від них.

Використання ДЗЗ набуло значного значення як джерело інформації для виявлення та аналізу лісів, оскільки цей метод надає просторово безперервне та послідовне представлення поверхні Землі.

Серед перших вчених, які використовували аерофотографію для дослідження лісів у 1930-х роках, були S.H. Spurr, S.T.B. Losee і H.E. Seely, що працювали в США та Канаді. Наприклад, у 1942 році H.E. Seely опублікував

статтю, в якій описував методику визначення висоти дерев за їхніми тінями на аерофотознімках [9]. Seely писав, що жоден з природних ресурсів, таких як ґрунт, ліси, корисні копалини та водопостачання, не використовується методами аерофотознімання краще, ніж ліс. Він наголошував, що обстеження лісових масивів повинні нестименно використовувати переваги аерофотознімання [10].

У розвинених країнах по всьому світу моніторинг і облік лісових насаджень проводяться за допомогою дистанційних технологій, що використовують геоінформаційні засоби. Застосування таких методів є актуальними і для України. Для вивчення лісових насаджень перспективним є використання космічних знімків, які є інформативними й відносно економічними, порівняно з традиційними методами аерофотознімання або безпосередніми польовими дослідженнями.

РОЗДІЛ 2

МЕТОД ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика території досліджень

Дослідження проводилось на території Ізюмського району Харківської області. Загальна площа Ізюмського району 5,9 тис. км², чисельність населення станом на 2021 рік складає 181,6 тис. осіб. [11].

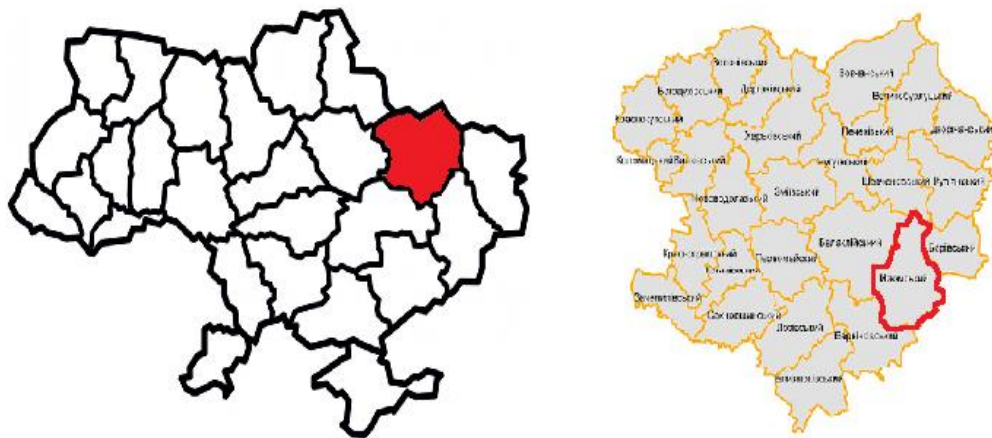


Рис 1. Географічне положення Ізюмського району

Територія дослідження включає частину Середньо руської височини та Донецького кряжу, і поділена на три різні за характером розвитку ділянки: вздовж долини річки Сіверський Донець, на Приоскільському плато, та на правому березі річки Сіверський Донець.

На території спостерігається помірно-континентальний клімат з нерівномірним розподілом опадів по сезонах і перевагою східних вітрів. Також спостерігаються посушливі, навесні та влітку, східні та південно-східні вітри. Нерівномірність опадів упродовж року, при незначному сніговому покриву або його відсутності взимку, ранні осінні й пізні весняні заморозки.

Середні температури: у липні +21°C у січні -7°C. Середньорічні показники опадів дорівнюють 540 мм.

Зустрічаються переважно чорноземні ґрунти; у долинах річок - дерново-слабопідзолисті, лучно-чорноземні, болотні та інші типи ґрунтів. Більшість ґрунтів, що покриті лісовою рослинністю - 63%, мають високий рівень вологості та належать до категорії свіжих. Їхня питома вага у сухому стані становить 23%, у вологому - 11%. Землі з надмірним зволоженням охоплюють лише 3% від усієї площі, покритої лісовою рослинністю. Площа боліт становить 1415,7 гектара.

Узагальнено, ґрунтово-кліматичні умови сприятливі для вирощування зернових та технічних культур, а саме: озима та яра пшениця, кукурудза, ячмінь, просо, гречка, цукрові буряки, соняшник [12].

2.2 Стисла характеристика лісових насаджень Ізюмського району Харківської області

Рослинний покрив Ізюмщини представлений різноманітними видами рослин: лучні, лісові, водно-болотні, степові, рослини крейдяних схилів та пісків.

Площа лісів на території становить 44960 га, при цьому чагарники займають 475 га. Ізюмські ліси, що становлять 63% від загальної площі, переважно ростуть на борових терасах річкових долин Сіверського Дінця та Осколу і в основному складаються з сосни звичайної. В підліску можна знайти кущові рослини, а серед трав'яного покриву переважають першоцвіт, дикорослі злаки, різнотрав'я, мохи, лишайники та гриби.

Субори займають 26% площі та складаються переважно з таких видів дерев, як сосна і дуб з домішками берези. У судібровах, що займають 11% площі, можна зустріти такі дерева, як сосна звичайна, дуб черешчатий, клен, липа, береза, граб, ліщина та терен.

Основні території соснових лісів в Ізюмському бору розташовані на боровій терасі річки Сіверський Донець. Дані ліси представлені Ізюмським бором і розташовані на південно-східному краї ареалу сосни звичайної. Площа соснових лісів становить близько 29 тисяч гектарів, що складає 62% від загальної площі Ізюмського бору. Більшість з них (74%) є результатом штучних насаджень.

Такі ліси мають велике значення для господарських потреб, а також забезпечують природоохоронні функції, зокрема, водоохоронні, водопровідні, протиерозійні, а також використовуються для рекреації та соціальних потреб [13].

Однією з особливостей Ізюмського бору є значна різноманітність лісових умов, що визначається характерним бугристо-хвилястим рельєфом борової тераси. Цей рельєф сформувався в результаті дії давніх водних потоків, впливу вітру та алювіальних процесів. Оцінюючи управління лісовим господарством, ефективність створення та утримання лісових культур у Державному підприємстві (ДП) "Ізюмське ЛГ" Харківського обласного управління лісового та мисливського господарства, значною мірою залежить від якості оцінки типів лісових умов (ТЛУ) на лісокультурних ділянках [13].

Завдяки збройній агресії росії проти України, лісові господарства Ізюмщини зазнали суттєвих пошкоджень.

У ДП «Ізюмський лісгосп» знищено близько 50% від загальної площі хвойних лісів. [14]

Вплив військових дій на ліси можна розділити на такі види:

- Лісові пожежі спричиненні вибухами
- Вирубка деревини для облаштування фортифікаційних споруд

Але виникає ряд складнощів з обчислення величини завданої шкоди на Харківщині, оскільки значна частина лісових масивів та мисливських угідь залишаються замінованими, а деякі площі донині знаходяться на тимчасово окупованій території.

2.3. Методичні аспекти використання технології дистанційного зондування для моніторингу лісів

У сучасних умовах доступні як платні, так і безплатні ресурси, що надають космічні знімки різної роздільної здатності та різних спектральних класів.

Напрями використання ДЗЗ в лісовому господарстві є:

- контроль несанкціонованих рубок
- фіксування лісових пожеж та моніторинг наслідків після них
- визначення якісного і кількісного складу лісу
- контроль стану лісових масивів
- моніторинг динаміки зміни лісистості території
- створення цифрових карт лісових насаджень та туристичних карт лісництв для державних лісогосподарств.

Наразі розвивається спостереження за лісовими ресурсами, щоб забезпечити більш ефективне вирішення як класичних, так і нових завдань, на основі сучасних та перспективних науково-технічних підходів.

Враховуючи його функціональне призначення, виокремлено 8 груп (рис 2) [15].



Рис 2. Структура моніторингу лісів з урахуванням їх функціональних аспектів [15]

За інформаційну основу для дослідження впливу військових дій в Ізюмському районі було взято знімки супутника Sentinel-2. Апарат Sentinel-2 це

місія космічного зондування Землі, яку реалізує Європейське космічне агентство (ESA) в межах програми "Коперник", спрямована на здійснення дистанційного спостереження та надання підтримки різноманітним сервісам, таким як моніторинг лісів, виявлення змін у покриві Землі та відстеження наслідків стихійних лих. Ця місія складається з двох однакових супутників — Sentinel-2A і Sentinel-2B. У кожному із супутників Sentinel-2 встановлено мультиспектральний прилад, який включає 13 спектральних каналів у видимому, близькому інфрачервоному (VNIR) і інфрачервоному з короткими хвилями (SWIR) спектральних діапазонах.

Інтернет-користувачі можуть завантажувати космічні знімки Sentinel-2 в 13 спектральних діапазонах на рівні 10 м. Це означає, що на визначену територію можна отримати 5-6 знімків кожен місяць. Така регулярність і точність просторового розділення знімків, можуть стати вихідними даними для моніторингу лісових масивів.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ

3.1. Дешифрування стану лісових насаджень Ізюмського району Харківської області

Аналіз знімків відбувався в геоінформаційній системі ГІС (QGIS) 3.30.1. Для знімків обралася платформа Sentinel hub, бо вона надає безплатні матеріали майже за кожен день. Основні методичні аспекти підготовчої роботи зі знімками Sentinel-2 полягали в наступному:

- У головному вікні QGIS обирається територія досліджень.
- На вебсайті Sentinel hub вказувався часовий інтервал знімків(знімки бралися за 2021.08.06 та 2023.08.06)
- Встановлювалась фільтрація знімків за рівнем хмарності – не більше 7%
- Для опрацювання завантажувалися знімки 8 каналів та двох шарів: True color та NDVI у форматі TIFF(32-bit float) (рис 8, рис 9).
- Після завантаження знімків, вони додавалися до головного вікна QGIS та встановлювали один поверх одного для подальшого порівняння

На окупованій території опинилося майже все лісове господарство Ізюмщини.

Внаслідок загрози обстрілів та мінування доступ до лісових масивів обмежений, що перешкоджає визначенню обсягів завданої їм шкоди.

На (рис 3) можна спостерігати, як внаслідок бойових дій, було пошкоджено Ізюмський ліс. На ділянках (1-5) виділені травмовані від постійних обстрілів частини лісового масиву.



Рис 3. Ізюмський ліс у 2021.08.06 та 2023.08.06 році
(Джерело: Sentinal-hub)

Пошкодженість лісу внаслідок бойових дій, на знімках визначалась за такими ознаками:

1). *Зміна кольору* - періодичність знімків обиралась за період з кінця весни до кінця літа; коли листя стає зеленішим, для кращої видимості ділянок які постраждали внаслідок пожеж. На знімках можемо детально спостерігати зміну кольору лісового масиву, на фоні зеленого дуже сильно виділяється світло-коричневий колір. Це свідчить про частини лісу, які пошкоджені вогнем.

2) *Повторюваність в часі* - було опрацьовано знімки за 2021, 2022 та 2023 рік. На знімках за 2022 та 2023 роки немає змін на досліджуваній території, це свідчить що зміна кольору масиву є саме від наслідків бойових дій, а не випадкових факторів(висока хмарність).

3) *Присутність відкритої ділянки землі* - на космічних знімках наявні великі області з відкритою землею в лісі, це може вказувати на руйнування чи вирубання дерев.



Рис 4. Моніторинг тестової ділянки у часі
(Джерело:QGIS)

На (рис 4) можна спостерігати як виглядає одна й таж ділянка у динаміці. Рисунок 4-А репрезентує знімок від 2021.08.06, рисунок 4-Б 2023.08.06.

Аналіз знімків у QGIS показує сильну зміну структури знімків, що датовані 2022 і 2023 по. Сильна зміна кольору лісового масиву свідчить про втрати частини його площі в результаті бойових дій.

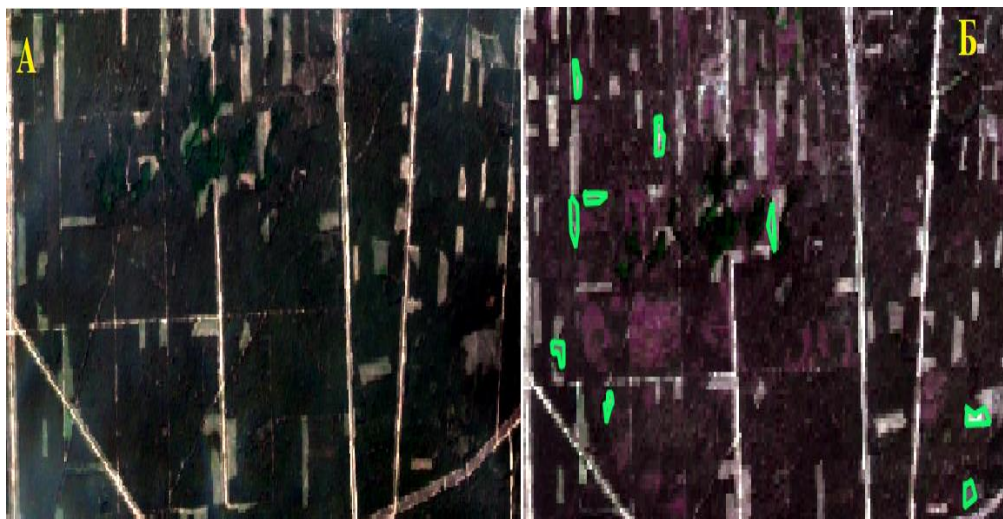


Рис 5. Вирубка лісу (2021.08.06 та 2023.08.06)

(Джерело: QGIS)

Крім пошкоджень лісу в наслідок бойових дій дистанційний моніторинг дозволив виявити вирубку лісу, які сталися під час бойових дій. Зараз ми не можемо стверджувати чи є вони законними, чи ні оскільки територія являється досі замінованою. На (рис. 5) можемо спостерігати одну з ділянок яка постраждала в наслідок вирубки. Порівнюючи знімок за 2021(А) та 2023(Б) роки було показано зеленими ділянками нові рубки які з'явилися через два роки. На майбутнє можемо зафіксувати їх географічне положення та площі для досліджень надалі.



Рис 6. Види пошкодженого лісу від пожеж

(Джерело: розроблено автором)

На (рис. 6) при наближенні можна спостерігати більш детально види пошкоджених лісових масивів в наслідок бойових дій. На ділянці 1 (рис. 6) можна спостерігати в наближенні вигорілі дерева, а на ділянці 2 (рис. 6) в центрі вигорілі ділянки масиву (попіл або деревне вугілля).

В ході дослідження далі такі кольори будуть виділятися полігонами в програмному забезпеченні QGIS для подальшого розрахунку пошкодженої площі внаслідок бойових дій.



Рис 7. Поваленні дерева (2022.06.08)
(Джерело: Google Earth)

Коли проводилось дослідження зустрічалися ділянки з просто поваленими деревами. Знімок (рис. 7) був взятий для прикладу як ще однієї проблеми які зустрічаються на території дослідження. Дата знімка 2022.06.08, бо використовувався сервіс Google Earth. Сервіс надає більш детальні та не розмиті знімки, але не надає більш новітні знімки. В подальших дослідженнях планується теж виділяти такі пошкодження лісового масиву та розрахунку їх площі та грошової оцінки.

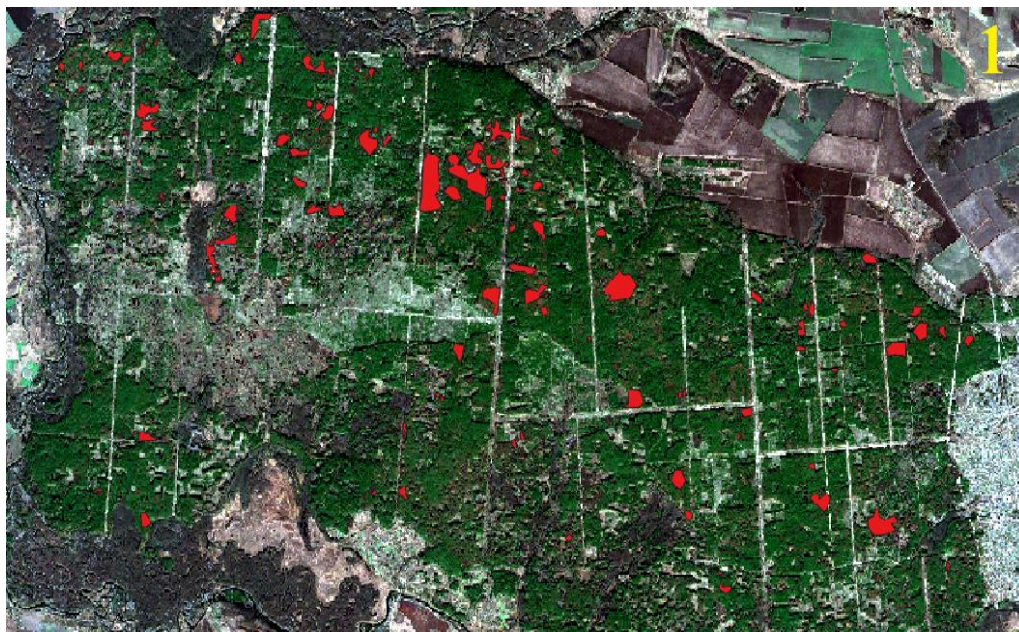


Рис 8. Виділенні зони пошкоджені вогнем(2023.08.06)

(Джерело: QGIS)



Рис 9. Виділенні зони пошкоджені вогнем(2023.08.06)

(Джерело: QGIS)

На знімках (рис. 8, рис. 9) можемо побачити результати візуального дешифрування лісових масивів у вигляді виділених зон які були пошкоджені, або повністю знищені вогнем червоними полігонами. Зони виділялися за кольором

лісового масиву (рис 6.). Усі пошкодженні ділянку лісового масиву пошкодженні вогнем фіксувалися у базі геоданих QGIS, результати наведенні в (рис 10.).

	id	площа
1	12	46,899
2	73	35,183
3	14	32,927
4	43	32,125
5	1	24,943
6	62	23,429
7	1	21,495
8	75	20,775
9	88	17,959
10	50	15,332
11	1	15,062

Рис 10. Атрибутивна таблиця бази геоданих QGIS

(Джерело: QGIS)

В ході геоінформаційного дослідження було досліджено, що площа яка пошкоджена внаслідок бойових дій сягає 1373,42 га. Також для розуміння де фіксувалися всі данні для розрахунку наведено атрибутивну таблицю бази геоданих QGIS(рис. 10).

В майбутньому знімки можуть використовуватися для виявлення майбутніх пожежних небезпек, бо пожежна небезпека залишається високою навіть на нещодавно згорілих територіях. Через забруднення вибухівкою (міни, розтяжки, снаряди, що не вибухнули та т.д) багато спалених соснових насаджень залишаються не врятованими [16]. Після пожежі, це призведе до значних накопичень деревного палива, яке може бути як у вигляді стоячих дерев, так і решток на землі. Ці накопичення незабаром поповняться трав'янистою рослинністю, яка в посушливі періоди стає легкозаймистою [17].

Пожежі у 2022 році призвели до збільшення рівня фрагментації лісового покриву враховуючи високий ризик пожеж рекомендується вжити заходів щодо

моніторингу та зменшення паливних навантажень у зонах шириною 500 м навколо лісів що оточені орними землями лісами та пасовищами гасіння пожеж у таких лісах де можуть бути нерозірвані боєприпаси ускладнене, а густі соснові насадження які не були знищені вогнем можуть стати джерелом поширення вогню через високий ризик запалювання від навколишньої рослинності.

3.2. Оцінка стану лісових насаджень Ізюмського району Харківської області

Оцінка економічної вартості лісів - це представлення у грошовому виразі максимально можливого результату від їх комплексного та раціонального використання. Це охоплює використання земель лісового фонду, що призначені для лісового господарства, нелісових земель у межах лісового фонду, а також лісових насаджень, враховуючи їх соціальні та екологічні функції.

Економічна (грошова) оцінка лісів визначається залежно від їх призначення та розташування, які визначають їх функціональне використання [18] :

- землі, відведені для вирощування лісу
- нелісові землі у складі лісового фонду
- лісові насадження (деревостани) на корені
- Додаткові матеріали, що виникають під час рубки дерев (відходи від корони, гілок, пеньки та інше)
- лісові культури, що не зімкнулися
- ліс як екосистема – лісо земельні угіддя;
- природні властивості лісу (економічні, соціальні функції)

Після проведення дослідження по візуальному дешифруванню Ізюмського району був проведений приблизний підрахунок виділених полігонами пошкоджених територій. Після проведення дешифрування зон пошкодження вогнем було розраховано, що площа пошкодження дорівнює 1373,42 га.

Для грошової оцінки треба дізнатися шкоду в кубічних метрах. Кількість кубічної деревини на один гектар залежить від різних факторів, таких як тип лісу, вік дерев, їх розташування та обрізка. Різні види лісів можуть відрізнятися за кількістю кубів на гектар. Наприклад ліси, такі як соснові та ялинові, часто характеризуються вищою кубатурою, оскільки дерева в них швидше зростають і мають більшу густоту.

Згідно з вимогами Українського лісового кодексу, очікуваний обсяг деревини на гектар зазвичай становить близько 300-400 кубічних метрів. Для розрахунку будемо користуватися даними Держлісагентства, за їхніми даними в Україні обсяг на 1 га складає 240 кубічних метрів [19]. Оскільки територія являється досі замінованою і дізнатися які саме дерева пошкоджені неможливо, а знімки не надають такої роздільною здатності.

Грошову оцінку розраховано за методикою про втрати лісогосподарського виробництва, спричинені вилученням лісових земель і чагарників (вкритих лісовою рослинністю земель, незамкнених лісових культур, лісових розсадників, плантацій, рідколісся, згарищ, загиблих насаджень, зрубів, галявин, лісових шляхів, просік, протипожежних розривів тощо) [20]. Оскільки територія дослідження є пошкодженою вогнем, її також можна вважати втратами для лісового господарства.

Формула для розрахунку:

$$Рв = Пд * Нв * Кі$$

де Рв - розмір втрат лісогосподарського виробництва, тис. грн.;

Пд - площа ділянки лісових земель і чагарників, що вилучається, гектарів;

Нв - норматив втрат лісогосподарського виробництва, тис. гривень;

Кі - коефіцієнт продуктивності лісових земель і чагарників за типами лісорослинних умов;

Всі розрахункові дані наведені в (Таблиці 1).

Таблиця 1

Оцінка шкоди лісових насаджень Ізюмського району

Площа пошкоджена пожежами, га	Сума від загальної площі у відсотках	Шкода в м³	Грошова шкода, грн
1373,42	3,05	329 620,8	62 584 635

За даними (Таблиця 1) можемо спостерігати грошову оцінку лісогосподарського виробництва, спричинені вилученням лісових земель і чагарників вона сягає 62,5 млн.грн. Це одна з методик на яку на даний час була інформація. Оскільки на приклад, щоб розрахувати збитки, завдані внаслідок пошкодження заготовленої лісопродукції потрібні дані бухгалтерії з первинної вартості деревини.

В подальших дослідженнях також планується розрахувати збитки:

- Збитки лісогосподарського виробництва, спричинені обмеженням прав постійних лісокористувачів та власників лісів або погіршенням якості земель
 - Збитки, завдані внаслідок пошкодження заготовленої лісопродукції
 - Збитки, завдані внаслідок втрати заготовленої лісопродукції
 - Доходи, неотриманими лісокористувачами внаслідок обмеження їх доступу до земельних ділянок, нездійснення рубок лісу та недоотримання деревини у віці стиглості
- Шкода та збитки, завдані лісовим розсадникам і лісовим культурам внаслідок їх пошкодження або знищення

Оскільки на даний час більша частина території являється замінованою і лісові господарства не дають певної інформації на деякі данні то розрахунок на даний час неможливий.

ВИСНОВКИ

1. Ліс являє собою складну та унікальну екосистему, яка має значний вплив на стан природи та є важливим ресурсом для людства. Однак зростаючі техногенні та природні загрози ставлять під загрозу її стійкість та функціонування.

2. Використання дистанційних технологій, таких як дистанційне зондування Землі, важливо для ефективного моніторингу та управління лісовими ресурсами, що робить їх важливим інструментом для вивчення та збереження навколишнього середовища.

3. Рослинний покрив Ізюмщини різноманітний, включаючи ліси, лучники, водоболота та степи. Лісові масиви, переважно сосни, становлять значну частину покриву та виконують важливі екологічні та господарські функції. Проте воєнні дії викликали серйозні збитки для лісового господарства, зокрема знищення половини хвойних лісів.

4. Знімки лісових масивів, де позначені пошкоджені та знищені області вогнем, надають важливу інформацію для прогнозування та управління пожежною небезпекою. Накопичення деревного палива після пожеж може спричинити подальше загострення ситуації, підкреслюючи важливість моніторингу та зменшення паливних навантажень.

5. Аналіз космічних знімків показав, що площа пошкоджених лісових насаджень дорівнює 1373,42 га. Втрата деревини в м3 складає 329 620,8. Приблизна грошова оцінка від шкоди бойових дій 62,5 млн.грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Попков М. Про ключові поняття лісового законодавства України. Wood Business. 2002. № 1. с. 18–20.
2. Лісовий кодекс України від 21.01.1994 р. № 3852-XII/ URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/%20show/3852-12#n473>
3. Костицький В.В. Економіко-правові проблеми охорони та використання лісів Українських Карпат. – Івано-Франківськ, 1993. 44 с.
4. Лісовий кодекс України станом на: 28 квітня 2024//Відомості Верховної Ради України. 1994. № 17. Ст. 99
5. Туниця Ю. Ю. Екоєкономіка і ринок: подолання суперечностей. К.: Знання, 2006. 314 с.
6. Лісова політика: теорія і практика: кол. монографія // Під наук. ред. д-ра екон. наук, проф. І. М. Синькевича. Львів : ЛА «Піраміда», 2008. 612 с
7. Сторожук Т.М., Дружинська Н.С. Удосконалення класифікації лісових ресурсів //Бізнесінформ. № 7. 2015. С. 138-142
8. Гавриленко О.П. «Екогеографія України»: Навчальний посібник, 2008 URL:http://pidruchniki.ws/12991010/ekologiya/monitoring_navkolishnogo_prirodnogo_seredovischa_ukrayini
9. Seely, H.E. (1942). Determination of tree heights from shadows in air photographs. Department of Mines and Resources. Lands, Parks and Forest Branch, Dominion Forest Service, Ottawa, Ontario. Aerial Forest Service Research Note No. 1. 14 pages.
10. Seely, H.E. (1949). Air photography and its application to forestry. Department of Mines and Resources. Mines, Forest and Scientific Services Branch. Forest Air Survey Publication No. 6. — 11 p.
11. Ізюмська району військова адміністрація. Офіційний сайт.URL:<https://izyumrda.gov.ua/administraciya-09-05-29-07-02-2024/>

12. Сердюк Д. Екологічний стан ґрунтів м. Ізюм. Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи: матеріали щорічної міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, м. Харків, 14 квіт. 2016 р. с 47-48
13. Приходько О. Б., Пастернак В. П., Яроцький В. Ю. Стан, структура і продуктивність соснових лісів "ДП Лиманське ЛГ". - С. 24
14. Доповідь про стан навколишнього середовища природного середовища в Харківській області у 2022 році. Обласна військ. (держ) адмін. департамент зах. довкілля та природокористування, 2022. 159 с
15. Урядовий портал. URL:<https://www.kmu.gov.ua/news>
16. Зібцев С., Сошенський О., Голдаммер Й.Г., Миронюк В., Борсук О., Гуменюк В., Мєшкова В., Василюк О., Букша І. Лісовпорядкування на територіях, забруднених невибуховими речовинами. боєприпаси. У *Технічному звіті WWF-Україна (2023)*.
17. Зібцев С., Савущик М., Маурер В., Балабух В., Миронюк В., Пінчук А., Іванюк І., Лобченко Г., Сошенський О., Гуменюк В. та Тарнопільський П. *Відновлення після пожежних лісів Луганської області в умовах зміни клімату* . 152 (Вид-во НУБІП, 2022)
18. Коваль Я. В. Економічна (грошова) оцінка природних ресурсів лісового фонду України: теорія, методологія, методика / Я. В. Коваль, І. Я. Антонечко. – К. : РВПС України НАН України, 2004. – 163 с.
19. Лісовий кодекс України: Закон України від 07.02.2017 р. № 1832-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2017. Ст. 70
20. Про розміри та Порядок визначення втрат сільськогосподарського і лісгосподарського виробництва, які підлягають відшкодуванню від 06.12.2017. №1279 Київ.
21. Веб-сервіс Sentinel-hub. URL: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>