

Хмельницький національний університет
Гуманітарно-педагогічний факультет
Кафедра екології та біологічної освіти

ДИПЛОМНА РОБОТА
здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

ЗАСТОСУВАННЯ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМИ GLOBAL FOREST WATCH ДЛЯ
МОНІТОРИНГУ ЛІСОВОГО ПОКРИВУ ФІЛІЇ «ШЕПЕТІВСЬКЕ ЛІСОВЕ
ГОСПОДАРСТВО» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»

Галузь знань – 10 «Природничі науки»
Спеціальність – 101 «Екологія»

ДРЕКОЛ. 020033.01.01.00

Виконав: здобувач 4 курсу
група ЕКОЛ-20-1

Керівник


Нормоконтролер


До захисту допускаю:
Зав. кафедри екології
та біологічної освіти

13 червня 2024 р.


Вадим БАЖАН


Віктор РИБАК

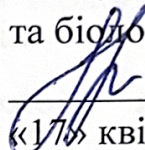

Сергій ШЕВЧЕНКО


Наталія МІРОНОВА

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет – Гуманітарно-педагогічний
Кафедра – Екології та біологічної освіти
Освітній рівень – перший (бакалаврський)
Галузь знань – 10 «Природничі науки»
Спеціальність – 101 «Екологія»
Освітньо-професійна програма – «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології
та біологічної освіти
 Наталія МІРОНОВА
«17» квітня 2024 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Бажан Вадиму Вадимовичу

1. Тема роботи: «Застосування онлайн-платформи Global Forest Watch для моніторингу лісового покриву філії «Шепетівське лісове господарство» ДП «Ліси України»»

керівник роботи Рибак Віктор Валерійович, к.с.-г.н., доцент.

Затверджено наказом ректора університету від 15 лютого 2024 року № 8.

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 12 червня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: лісові насадження філії «Шепетівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України»».

4. Зміст пояснювальної записки:

4.1 Екологічне і господарське значення та сучасний стан лісових насаджень в Україні.

4.2 Загальна характеристика філії «Шепетівське лісомисливське господарство» та його природно-кліматичні умови.

4.3 Моніторинг лісового покриву з використанням онлайн-платформи Global Forest Watch.


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
1	Екологічне і господарське значення та сучасний стан лісових насаджень в Україні	10.05 – 15.05	виконано
2	Загальна характеристика філії «Шепетівське лісомисливське господарство» та його природно-кліматичні умови	16.05 – 25.05	виконано
3	Моніторинг лісового покриву з використанням онлайн-платформи Global Forest Watch	26.05 – 05.06	виконано
4	Оформлення роботи	06.06 – 11.06	виконано

Дата видачі завдання:

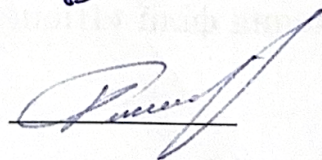
«10» травня 2024 р.

Здобувач



Вадим БАЖАН

Керівник



Віктор РИБАК

АНОТАЦІЯ

Тема – Застосування онлайн-платформи Global Forest Watch для моніторингу лісового покриву філії «Шепетівське лісове господарство» ДП «Ліси України».

Автор – студ. ЕКОЛ-20-1 В.В. Бажан.

Керівник – доцент кафедри екології та біологічної освіти, кандидат сільськогосподарських наук В.В. Рибак.

Дипломна робота викладена на 55 сторінках, містить 16 рисунків та перелік джерел посилань із 35 найменувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЛІС, ЛІСОВІ НАСАДЖЕННЯ, МОНІТОРИНГ, ДИСТАНЦІЙНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ, GLOBAL FOREST WATCH.

У дипломній роботі розглянуто особливості використання онлайн-платформи Global forest watch для моніторингу стану та змін лісовою покриву для дистанційного зондування та оцінки лісовкритих територій на прикладі філії «Шепетівське лісове господарство» ДП «Ліси України».

11.06.2024



Вадим БАЖАН

ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	5
1 Екологічне і господарське значення та сучасний стан лісових насаджень в Україні.....	7
1.1 Екологічне та господарське значення лісу.....	7
1.2 Особливості лісів в Україні.....	11
1.3 Сучасний стан лісових ресурсів України в умовах війни.....	14
2 Загальна характеристика філії «Шепетівське лісомисливське господарство» та його природно-кліматичні умови.....	20
2.1 Загальна характеристика підприємства.....	20
2.2 Кліматичні умови.....	21
2.3 Характеристика лісового фонду.....	22
3 Моніторинг лісового покриву з використанням онлайн-платформи Global Forest Watch	28
3.1 Особливості оцінювання втрат лісового покриву дистанційними методами за матеріалами відкритих джерел супутникової інформації...	28
3.2 Загальна характеристика Global Forest Waich.....	29
3.3 Дослідження лісових насаджень Хмельницької області з використанням онлайн-платформи Global Forest Watch.....	31
3.4 Дослідження лісового покриву філії «Шепетівське лісове господарство» за допомогою онлайн-платформи Global Forest Watch..	40
Висновки.....	48
Перелік джерел посилання.....	51

ВСТУП

З кожним днем все більшого значення набуває дистанційне дослідження територій. Особливо доцільним цей метод є для вивчення лісу. Адже наземний облік потребує часу та великих ресурсів, залучення значної кількості кваліфікованої робочої сили і коштів. Для дистанційного вивчення лісу є можливість залучити матеріали геоінформаційних систем, інтерактивні інтернет ресурс, аерозйомки, космічної зйомки і додатки, яких на сьогодні є певна кількість. Такий спосіб дозволяє ефективніше контролювати ситуацію на лісових угіддях. У даній роботі ми дослідили зміни, які відбулися з лісовкритими площами Хмельницької області, зокрема філії «Шепетівське лісове господарство» Державного підприємства «Ліси України» за допомогою інтерактивної онлайн-платформи Global Forest Watch.

Актуальність роботи визначається зростаючою роллю супутникового моніторингу землі як методу досліджень. Так як станом на сьогодні значно загострилась проблема вирубки та деградації лісів, тому важливою є їх охорона і моніторинг.

Мета роботи полягає у доведенні ефективності використання інтерактивної онлайн-платформи Global Forest Watch для моніторингу лісів на прикладі аналізу лісовкритих площ Хмельницької області і філії «Шепетівське лісове господарство» Державного підприємства «Ліси України» у межах Шепетівського району.

Для досягнення поставленої мети передбачалося розв'язання таких завдань:

- окреслити екологічне та господарське значення лісу;
- вивчити можливості онлайн-платформи Global Forest Watch;
- дослідити лісовий покрив Хмельницької області за допомогою Global Forest Watch;
- проаналізувати лісовкриті території філії «Шепетівське лісове

господарство» ДП «Ліси України» у межах Шепетівського району за допомогою онлайн-платформи Global Forest Watch;

– здійснити порівняльний аналіз отриманих результатів за різними джерелами.

Об'єкт дослідження – лісовкриті площі філії «Шепетівське лісове господарство» ДП «Ліси України» у межах Шепетівського району.

Предмет дослідження – застосування онлайн-платформи Global Forest Watch для моніторингу стану лісів філії «Шепетівське лісове господарство».

У ході дослідження були використані методи: метод дистанційного зондування Землі для роботи із ресурсом Global Forest Watch; статистичний метод – для роботи з кількістю лісовкритих площ, аналізу змін, порівнянні даних за період, що досліджується. Також використали описовий метод, метод аналізу і синтезу під час роботи з інформацією першоджерел.

Практичне значення визначається можливістю подальшого використання напрацьованих матеріалів задля швидкої оцінки кількості лісовкритих площ. Дані, отримані в результаті дистанційного зондування дозволяють відстежувати динаміку насаджень, дають детальну інформацію про територіальне розміщення лісів, їх межі та параметри. Доцільність використання космічних знімків для моніторингу та дослідження лісових насаджень зумовлена їх інформативністю та відносною дешевизною порівняно з безпосередніми польовими роботами. Дані Global Forest Watch можна використовувати для лісової інвентаризації та лісотаксаційних робіт.

1 ЕКОЛОГІЧНЕ І ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ В УКРАЇНІ

1.1 Екологічне та господарське значення лісу

Значення лісів має надзвичайно важливе світове значення для всього спектру екологічних систем нашої планети, оскільки лісові екосистеми проявляють найвищий рівень біологічного обігу та володіють найбільшою органічною масою, значення якої постійно зростає. Ліси виступають як резервуари та переносники енергії, яка бере участь у природних процесах та розвитку біосфери. Раніше вважалося, що ліси, як вкрай складні екосистеми, мають високу стійкість до людських втручань. Однак наявні дані, зібрані протягом останніх десятиліть, піддавали сумніву оптимістичні концепції щодо динамічної стійкості лісових екосистем до тривалого впливу забруднюючих речовин [2].

Лісова наука в Україні бере свій початок з середини ХІХ століття. У цей час на території теперішньої України почали створювати парки, застосовувати лісові культури для створення насаджень, проводити лісовпорядкувальні роботи. Все це супроводжувалося науковим аналізом, хоча і носило розрізнений характер. Георгій Миколайович Висоцький став основоположником науки про ліс і лісову дослідницьку справу [7].

Пізніше опубліковано монографію «Ліси і лісове господарство України» Б.І. Іваницького (видано у Варшаві у 1936 році і перевидано у 1939 році).

У ХХ столітті значний внесок у лісову справу України зробили В.П. Кучерявий, В.П. Рябчук, О.П.Божко, І.С.Вінтонів [8].

Пріоритет, який спрямований на збереження та охорону лісів, нині стає більш вагомим. Приміром, ця проблематика висвітлена у наукових працях В.П. Кучерявого протягом останніх 40 років, які присвячені урбоекології, фітомеліорації, а також еколого-біологічних проблем зелених насаджень

міста, урбанізації рослинного покриву сіл, характеристики рекреаційних навантажень на лісопаркові ландшафти міст, озеленення населених місць країни, оцінювання та використання рекреаційно-оздоровчих лісів. Незважаючи на зусилля, що докладають усі вчені, ціла низка питань все ж залишається невирішеними.

Ліси є національним багатством України і виконують кілька важливих функцій, зокрема:

- екологічне – ліси забезпечують життя для більшості видів рослин і тварин сприяючи підтриманню біорізноманіття у сучасних умовах;
- продукування кисню – рослини у процесі фотосинтезу, виробляють кисень, необхідний для існування людей та більшості живих організмів;
- регулювання клімату – ліси впливають на клімат, поглинаючи вуглекислий газ та регулюють температуру та опади;
- зменшення повітряного забруднення – ліси зменшують рівень забруднення повітря, поглинаючи більшість шкідливих речовини та пил;
- збереження ґрунту – коріння рослин утримує ґрунт запобігаючи ерозії та сприяє його збереженню та обробці;
- виробниче – ліси є джерелом деревини, яка використовується для виробництва паперу, меблів та інших критично необхідних матеріалів;
- рекреаційна функція – ліси є місцем відпочинку для людей, забезпечуючи усі можливості для туризму і відпочинку.

Лісове знищення та деградація є однією з найбільш актуальних екологічних проблем нашого часу. Зменшення площі лісів та погіршення їхньої стійкості залежать не лише від експлуатації лісових ресурсів та рівня забруднення навколишнього середовища, але й від економічного розвитку країни та культурного рівня населення.

Основними причинами довгострокового погіршення стану лісів, їх деградації та знищення є сукупність природних, антропогенних та економічних факторів. Під екологічною функцією лісів розуміють їхню рекреаційну (оздоровчу) цінність, захист ґрунтового покриву від ерозії,

підвищення урожайності сільськогосподарських культур, регулювання водного режиму, вироблення кисню тощо. Роль лісів у екологічному аспекті розглядається у широкому спектрі функцій, які включають глобальні, середовищотворчі, захисні, соціально-екологічні, еколого-рекреаційні та спеціальні аспекти [15].

Для забезпечення зростання продуктивності та підвищення корисних властивостей лісових насаджень, а також задоволення потреб суспільства у лісових ресурсах важливе значення мають охорона і захист лісів. Відтворення лісових насаджень включає їх відновлення та лісорозведення, означає проведення лісових та агротехнічних заходів згідно з природоохоронними вимогами для відтворення нових лісових насаджень.

Збереження та раціональне використання лісів є важливим для підтримання екологічної рівноваги та забезпечення сталого розвитку. Загалом ліси відіграють ключову роль у забезпеченні якості повітря та збереженні екологічної рівноваги атмосфери [8].

Отже ліс – це важлива складова біосфери Землі. Він виконує низку функцій: екологічну, санітарно-гігієнічну, соціальну та ресурсну.

Поняття «лісовкрита територія» можна розтлумачити як площу, на якій присутня значна сукупність дерев, що формують суцільний, великий за розмірами, відносно однорідний масив. У дослідженні опираємось на таке визначення ділянки, під деревною рослинністю, які є частиною загального масиву [5].

Державні органи лісового господарства розробляють спеціальні програми та проекти для відновлення лісів. Підприємства, установи та організації, які здійснюють відновлення лісів і лісорозведення у зелених зонах міст, в смугах відводу залізниць, автомобільних доріг, каналів та інших місцях, розробляють проектно-нормативні документи після погодження з державними органами лісового господарства.

Оптимізація впливу суспільства на лісові екосистеми, що ґрунтується на науково-обґрунтованих принципах, складає основу раціонального

використання лісових ресурсів. Ця система передбачає єдиний підхід до використання та відтворення лісових екосистем.

Основні принципи ефективного використання та відтворення лісових ресурсів включають:

- врахування стану лісових ресурсів;
- вивчення і врахування зональності природно-історичних умов;
- комплексне вивчення і використання лісу;
- всебічне дослідження пралісових екосистем;
- дотримання законів і правил лісокористування;
- застосування нових розробок і технологій;
- зменшення антропогенного навантаження та викиду забруднювачів;
- розробка систем моніторингу лісів;
- удосконалення законодавчої і правової бази;
- підвищення екологічного усвідомлення населення.

Експлуатація лісових ресурсів повинна бути узгоджена з природоохоронними заходами для збереження та відновлення лісових насаджень. Охорона лісу, підвищення його продуктивності та біологічної стійкості повинні бути пріоритетними завданнями лісового господарства.

Цілеспрямована діяльність державних та громадських організацій, а також комплекс організаційних, юридичних, економічних, соціальних, наукових та практичних заходів допоможуть зменшити темпи деградації лісів та раціонально використовувати та відтворювати лісові ресурси.

Активними темпами як у світі, Європі та Україні, зокрема відбувається значне зменшення площ вкритих лісами. Під знелісненням розуміють процес перетворення колись вкритих лісами площ на угіддя без деревної рослинності. Тому важливим завданням на сьогодні є охорона лісових ресурсів та звісно ефективний контроль цих територій вже у відповідних природоохоронних структурах. Дані дистанційного зондування Землі далі (ДЗЗ) знаходять широке застосування під час дослідження лісів завдяки доступності супутникових знімків для значних територій, оперативності та

дешевизні робіт [16].

Для світу в цілому і України зокрема актуальною є проблема деградації лісів і знеліснення. Тому доцільним є всебічне вивчення лісовкритих площ з метою їх обліку, моніторингу розвитку і відновлення. Історія вивчення лісу в Україні розпочалась ще у ХІХ столітті, але сьогодні проблема вивчення дослідження зміни лісистості не втратила актуальності є об'єктом вивчення українських і європейських науковців.

1.2 Особливості лісів в Україні

Лісові насадження в Україні виконують у переважній більшості захисні, водоохоронні, оздоровчі, санітарно-гігієнічні та інші функції, забезпечуючи потреби населення у деревних ресурсах.

До лісових насаджень України входять понад 30 видів аборигенних та інтродукованих деревних порід, серед яких переважають сосна звичайна (*Pinus silvestris* L.), яка становить близько 33 %, дуб звичайний (*Quercus robur* L.) – 24 %, ялина європейська (*Picea abies* (L.) H.Karst) – 8 %, бук звичайний (*Fagus silvatica* L.) – 7 %, береза повисла (*Betula pendula* Roth.) – 6 %, вільха чорна (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.) – 6 %, ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.) – 3 %, граб звичайний (*Carpinus betulus* L.) – 2 %, ялиця біла (*Abies alba* Mill.) – 1 % (рисунок 1.1).

Згідно даних рисунку 1.1 видно, що переважаючою породою з голонасінних в Україні є сосна звичайна, насадження якої становлять близько 33 %. Серед листяних порід найбільш поширеним є дуб звичайний, насадження якого становлять 24 % серед всіх насаджень на території України.

Розподіл загальної площі земель лісового фонду України за підпорядкуванням наведено на рисунку 1.2.

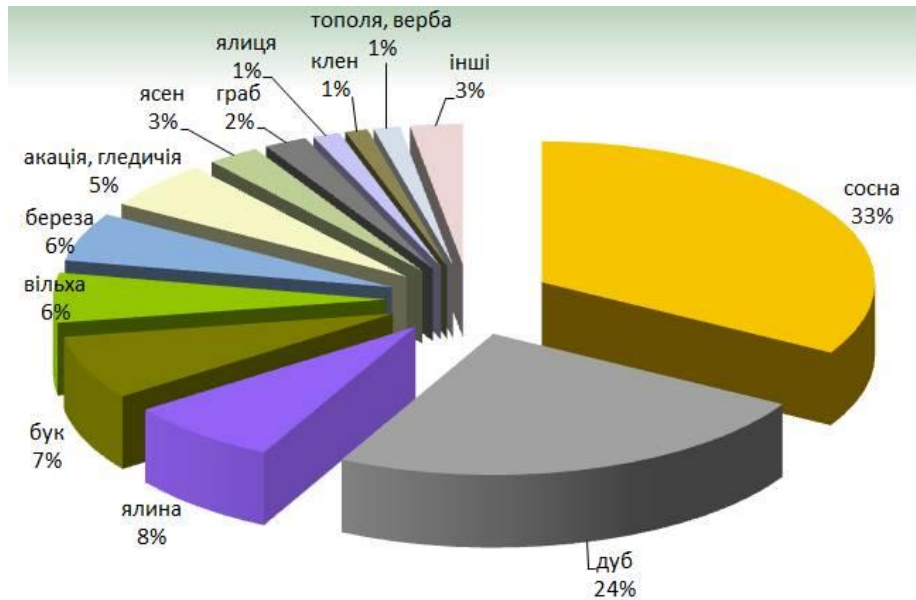


Рисунок 1.1 – Основні лісотвірні деревні породи України

Згідно рисунку 1.2, біля 7,6 мільйонів гектар, а саме 73 % площі лісового фонду України належить Державному агентству лісових ресурсів України. Комунальні ліси становлять 1,3 мільйони гектар, а саме 13 % [20].

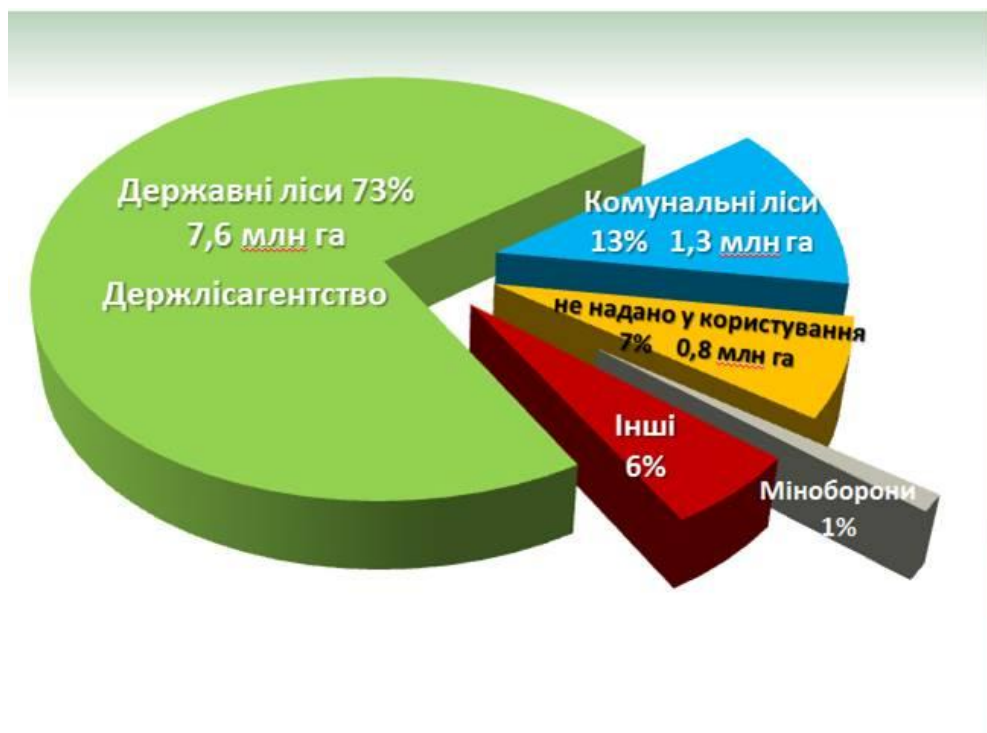


Рисунок 1.2 – Особливості розподілу лісового фонду України

Ліси на території нашої країни розміщені дуже нерівномірно, переважно зосереджуючись на Поліссі та Українських Карпатах. Тому лісистість у різних областях значно відрізняється і не має оптимального рівня (рисунок 1.3).

Оптимальний рівень лісистості на території України найбільш позитивно впливав би на клімат, ґрунтові умови, водні ресурси та допомагав пом'якшити наслідки ерозійних процесів. При цьому б забезпечувалося отримання більшої кількості деревних ресурсів [21].

Як видно з рисунку 1.3, найвища лісистість в Україні знаходиться в Закарпатській, Івано-Франківській, Рівненській, Житомирській та Волинській областях. Найменша лісистість характерна для південних областей нашої країни, а саме Запорізької, Миколаївської, Херсонської та Одеської областей. Хмельницька область також належить до мало лісистих областей з середньою лісистістю – 12,8 %, що є найнижчим показником у порівнянні з сусідніми областями України.

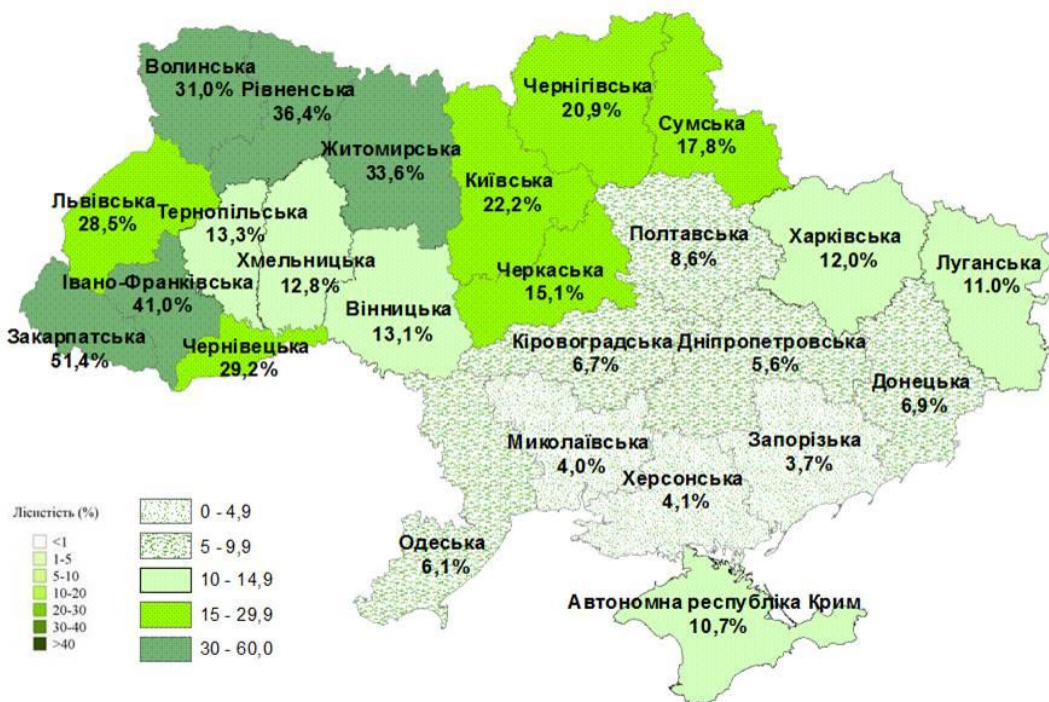


Рисунок 1.3 – Особливості розподілу лісистості у різних регіонах України

1.3 Сучасний стан лісових ресурсів України в умовах війни

У сучасному світі сфера управління лісами в Україні стикається з численними системними проблемами, які ускладнюють її ефективність та спричиняють деградацію лісів. Проблема нераціонального використання та деградації лісових ресурсів є ключовою для екологів як в Україні, так і в світі загалом, і вона спричиняє загострення екологічних проблем у нашій країні.

Серед найгостріших проблем можна відзначити зменшення площі лісових насаджень внаслідок не контрольованих та несанкціонованих рубок, утворення самостійних лісів на покинутих та малопродуктивних сільськогосподарських угідь, а також заміщення лісових культур монокультурами [23].

З питанням стану екологічної безпеки України та заходів щодо оптимізації державного управління природоохоронною діяльністю в контексті стимулювання сталого розвитку працюють багато науковців.

В Україні половина лісів має природне походження, а інша половина - антропогенного, створена людиною. Зазвичай ліси рубаються, але, на жаль, не відновлюються, що призводить до поширення монокультур на зруйнованих територіях. Останнім часом спостерігається проблема значного скорочення природних лісів через переважання санітарних рубок над рубками догляду в більшості лісгоспів України.

Санітарні рубки проводяться з метою очищення лісу від пошкоджених дерев, які стали жертвами шкідників чи хвороб, щоб запобігти їх поширенню по території. Проте у більшості випадків вони реалізуються лише після того, як дерева вже загинули, а шкідники розповсюдилися. Неправомірними є рубки, під час яких рубаються дерева з невеликими пошкодженнями або ослаблені.

Санітарні рубки необхідні для збереження генофонду лісу, оскільки без вчасного та якісного догляду за лісовими насадженнями їх площі будуть скорочуватися внаслідок поширення хвороб та шкідників, а також

виникнення пожеж.

З 2020 року по 2021 рік відбулися значні кроки у напрямку збереження лісових насаджень. Були створені передумови для зміни тенденції розвитку лісової галузі на більш позитивну. Це передбачає ускладнення проведення екологічно шкідливих рубок в межах лісового фонду та перехід на більш сталі методи лісокористування. Особливий акцент зроблено на цих аспектах у стратегії управління лісами України до 2035 року [3].

Воєнні дії на території України суттєво підірвали всі досягнення екологів, екологічних організацій і громадськості щодо сталого управління лісами. Сьогоднішні реалії обмежили доступ до значних територій лісових масивів через бойові дії, що робить неможливим проведення моніторингу та досліджень на цих теренах, які знаходяться у зоні конфлікту та є мінованими. За даними Української природоохоронної групи, близько 44% площі природно-заповідного фонду перебувають у зоні бойових дій або під тимчасовою окупацією російських військ. Серед цих територій зазначені три біосферні заповідники, тринадцять національних парків, чотири природні заповідники на півдні, сході і півночі України, які наразі перебувають у тимчасовій окупації.

На жаль, в результаті воєнних дій зазначені території стали жертвою численних обстрілів, пожеж, вибухів мін та інших негативних впливів. Це призвело до зниження біорізноманіття, загибелі великої кількості рослин і тварин, міграції тварин, а також до будівництва фортифікацій та заготівлі деревини для цих потреб. Деградація екосистем також стала проблемою, що виявляється у забрудненні лісових ґрунтів і водойм паливно-мастильними матеріалами та іншими токсичними речовинами, а також внаслідок великої кількості знищеної техніки та мільйонів нерозірваних боєприпасів.

Воєнні дії мають серйозний негативний вплив на лісові насадження та лісове біорізноманіття. Ось деякі з їх наслідків:

- руйнування природних оселищ. Воєнні дії можуть призвести до знищення природних місць існування багатьох видів рослин і тварин;

- перманентне шумове забруднення. Великі кількості вибухів та інші аспекти воєнного конфлікту можуть призвести до постійного шумового забруднення, що негативно впливає на деякі види тварин і сприяє їх стресу;
- будівництво фортифікаційних споруд. Поблизу лісових масивів можуть бути побудовані фортифікаційні споруди, що призводить до руйнування деяких лісових екосистем;
- неконтрольована заготівля деревини. У воєнний час може відбуватися неконтрольована заготівля деревини з лісів для різних воєнних потреб, що може призвести до значного пошкодження лісових ресурсів;
- забруднення лісових ґрунтів і водойм. Воєнні дії можуть спричинити забруднення лісових ґрунтів і водойм різними токсичними речовинами та вибухонебезпечними предметами [4].

Найбільш серйозним наслідком війни для лісових насаджень є значне збільшення площі лісових пожеж. За даними Регіонального Східноєвропейського центру моніторингу пожеж, протягом 2022 року пожежі, спричинені воєнним конфліктом, охопили щонайменше 330 тисяч гектарів лісового фонду. Це може призвести до подальшого зменшення лісових ресурсів і загрози екосистемам на довгу перспективу.

Прогнозовані нові проблеми у сфері лісівництва та лісового господарства, які екологи визначають у зв'язку з сучасними реаліями, включають:

- збільшення обсягів рубки у важкодоступних екосистемах. Неконтрольована рубка в таких екосистемах може призвести до значного зменшення кількості рідкісних та столітніх лісових насаджень, що загрожує біорізноманіттю та екосистемній стійкості;
- втрата земельних ділянок із лісонасадженнями. Проблеми з документацією та вилученням земельних ділянок під інфраструктуру можуть спричинити втрату лісових масивів, що призведе до зменшення площі лісів та загрози екологічній стійкості;
- масштабні лісові пожежі. В умовах війни та замінування важливих

територій можуть виникати масштабні лісові пожежі. Це може бути спричинено активністю воєнних дій, кліматичними змінами, а також недбалістю щодо управління лісовими ресурсами та рятування від пожеж.

Ці проблеми вимагатимуть комплексного підходу до їх вирішення, який включатиме ефективне лісове управління, збереження лісових екосистем, контроль над рубками та пожежами, а також посилення екологічної освіти та громадської свідомості щодо важливості збереження лісів.

Систематичні проблеми, з якими стикаються екологи в Україні, включають відсутність або недостатнє фінансування для відновлення природних об'єктів, необ'єктивне оцінювання стану довкілля, ідентифікацію потенційних ризиків від воєнної агресії та можливостей їх вирішення. Це вимагає негайного уваги до питань збереження та сталого використання лісових ресурсів.

Одним з найбільших негативних впливів на лісові екосистеми є антропогенна діяльність, зокрема воєнні дії, які призводять до серйозних наслідків, таких як знищення рослинного і тваринного світу, забруднення атмосфери та водних ресурсів. Ці дії можуть бути кваліфіковані як екоцид.

Лише з початку 2022 року в Україні пожежами було охоплено понад 2,4 мільйона гектарів лісових масивів, з яких 64% (1,5 млн га) припадають на території, де тривають воєнні дії або які перебувають під окупацією. Це ставить під загрозу не лише самі ліси, а й біорізноманіття, атмосферну та водну якість, а також здоров'я людей, що проживають в цих районах (рисунок 1.4).

Негативні наслідки пожеж в Україні включають пошкодження значних площ лісів, природних ландшафтів, сільськогосподарських земель та забудованих територій. За даними, пожежі охопили 320 тисяч гектарів лісів, 645 тисяч гектарів природних ландшафтів, 1340 тисяч гектарів сільськогосподарських земель та 129 тисяч гектарів забудованих територій.



Рисунок 1.4 – Особливості лісових пожеж в Україні протягом 2022 року (станом на вересень 2022 року)

Зокрема, пожежі вплинули на 425 тисяч гектарів природоохоронних територій, з яких 292 тисячі гектарів припадають на окуповані території та території, де тривають бойові дії.

Порівняно з попередніми роками, можна відзначити значне зростання площі лісових пожеж. Наприклад, у 2018 році площа лісових пожеж становила до 10 тисяч гектарів, а у 2020 році ця площа зростає до понад 160 тисяч гектарів через зміни погодних умов та глобального потепління (рисунок 1.5) [22].

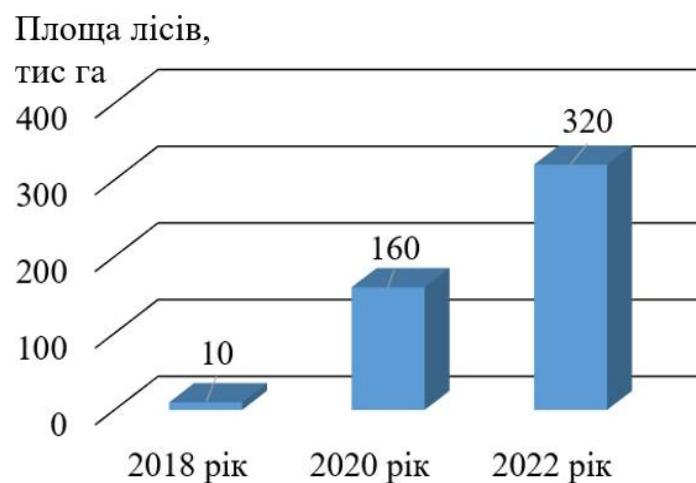


Рисунок 1.5 – Площа лісових пожеж в Україні в 2018 році, 2020 році і 2022 роках

Ситуація, пов'язана з воєнним станом в Україні, суттєво ускладнює можливість проведення заходів з боротьби із шкідниками та хворобами в лісових насадженнях. Не випускаються біологічні матеріали для боротьби з шкідниками, і не проводяться необхідні заходи для збереження та захисту лісів. Частина територій ПЗФ, яка розташована у зоні бойових дій, не можна ефективно господарювати через ускладнену ситуацію. Крім того, будівництво оборонних споруд може призвести до ушкодження природних територій, включаючи лісові масиви.

Особливо складна ситуація в районах, які перебувають під окупацією, де значна частина лісових площ може бути замінована. Це ускладнює можливість доступу до цих територій та проведення будь-яких заходів з охорони та відновлення лісових ресурсів.

Для світу в цілому і України зокрема актуальною є проблема деградації лісів і знеліснення. Тому доцільним є всебічне вивчення лісовкритих площ з метою їх обліку, моніторингу розвитку і відновлення. Історія вивчення лісу в Україні розпочалась ще у ХІХ столітті, але сьогодні проблема вивчення дослідження зміни лісистості не втратила актуальності є об'єктом вивчення українських і європейських науковців [23].

У цій ситуації важливо розробити стратегії та заходи для збереження природи та лісових екосистем в умовах воєнного конфлікту, забезпечити безпеку працівників лісового господарства та розробити плани відновлення та реабілітації лісових ресурсів після закінчення конфлікту.

2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЛІЇ «ШЕПЕТІВСЬКЕ ЛІСОМИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО» ТА ЙОГО ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ

2.1 Загальна характеристика підприємства

Філія «Шепетівське лісове господарство» Державного підприємства «Ліси України» розташоване у найбільш залісненій північно-східній частині Хмельницької області на території Шепетівського адміністративного району, що входить до природної зони Малеого Полісся. З січня 2022 року очолює підприємство Олександр Заблоцький.

Землі підприємства займають 35959 гектарів. Лісистість адміністративних районів, на яких розміщене лісове господарство, складає 29,2 % [6].

Нині у структуру лісогосподарського підприємства входить 11 лісництв, а саме Кам'янківське, Климентовицьке, Мальованське, Плесенське, Пліщинське, Понінківське, Полонське, Романівське, Рудня-Новеньське, Хмельівське та Шепетівське лісництва. На територіях лісництв розміщено 6 лісових розсадників загальною площею 11,4 гектара, лісокомплекс, автопарк з ремонтно-механічною майстернею, деревообробний та столярний цехи [8].

Філія «Шепетівське лісове господарство» ДП «Ліси України» вирішує ряд важливих завдань, які спрямовані на збереження та раціональне використання лісових ресурсів. Ось деякі з основних завдань:

- відновлення лісу на вирубках. Включає проведення лісорозведення, посадки нових дерев, догляд за молодим лісом та інші заходи, спрямовані на відновлення природного лісового покриву після рубок;

- нагляд за дотриманням правил рубок і охороною лісу. Це включає контроль за дотриманням технічних та екологічних вимог під час виконання лісорубних робіт, запобігання пожежам, боротьбу з незаконними рубками, а

також захист лісу від шкідливих комах, хвороб та інших негативних впливів;

– державний контроль за дотриманням лісового законодавства.

Включає нагляд за діяльністю лісокористувачів, власників лісів та інших суб'єктів, що здійснюють лісове господарство, з метою забезпечення їх відповідності вимогам законодавства;

– запобігання злочинам і правопорушенням у сфері лісового господарства. Включає попередження та припинення будь-яких незаконних дій, спрямованих на незаконне вирубування лісів, незаконне використання лісових ресурсів та інші порушення лісового законодавства.

Ці завдання важливі для забезпечення сталого використання та охорони лісових ресурсів, збереження біорізноманіття та забезпечення екологічної безпеки [6].

На території лісництв лісового господарства створено кілька об'єктів природо-заповідного фонду, що займають площу більш як 9300 гектарів. Найбільший об'єктом ПЗФ є регіональний ландшафтний парк «Мальованка», в якому зростають рідкісні види флори, які знаходяться в Червоній книзі України та Європи, а також понад вікові дерева дуба звичайного та сосни звичайної.

Створення природо-заповідних об'єктів, зокрема регіонального ландшафтного парку «Мальованка», свідчить про високий рівень екологічної свідомості та відповідальності перед природою. Збереження рідкісних рослин та вікових дерев є вагомим внеском у збереження біорізноманіття та культурної спадщини.

2.2 Кліматичні умови

Всі 11 лісництв філії «Шепетівське лісове господарство» ДП «Ліси України» розташовані на Волино-Подільській височині. Рельєф цієї території характеризується рівнинними формами. Згідно з лісорослинним районуванням, всі ліси цього лісгоспу відносяться до зони мішаних лісів, а за

характером рослинності – до зони Західної частини Лісостепу.

Клімат в цьому районі є помірно континентальним. Середньорічна температура повітря становить близько плюс 6,9 °С, а максимальна температура (у серпні) – до плюс 37 °С, мінімальна (у січні) – до мінус 32 °С. Річна кількість опадів становить близько 580 мм. Переважаючі вітри, головним чином, дують з північно-західних напрямків.

Тривалість вегетаційного періоду в середньому складає 166 днів. Пізні весняні заморозки можуть статися до 25 травня, а перші осінні – після 20 вересня.

Товщина снігового покриву в середньому досягає 15 см, сніг зазвичай починає випадати у середині грудня, а його розтавання спостерігається у середині березня.

Територія філії «Шепетівське лісове господарство» розташована у басейні річки Мало-Поліського району. Більшість ґрунтів в цьому регіоні відносяться до свіжих та вологих типів, з великими запасами вологи, яка глибоко проникає в ґрунт завдяки його хорошим фільтраційним властивостям. Тому на цій території переважають вологі та сирі умови місцезростання. Найбільш поширені типи ґрунтів – деревно-слабопідзолисті супіщані, глинисто-піщані на воднольодовикових відкладах, сирі лісові суглинкові на лісовидних породах, дернові і перегнійноглеєві. Ерозійні процеси на цій території виражені слабо.

2.3 Характеристика лісового фонду

У лісовому фонді філії «Шепетівське лісове господарство» переважають природні ділянки та лісові культури з сосни звичайної – 41 %, дуба звичайного – 29 %, берези повислої – 15 %, вільхи чорної – 5 %, ялини європейської – 5 % (рисунок 2.1). Менше одного відсотка займають насадження з переважанням ясена звичайного, граба звичайного, липи дрібнолистої. Із заходу на схід площі соснових і дубово-соснових лісів

скорочуються, грабово-дубових і дубових зростають.

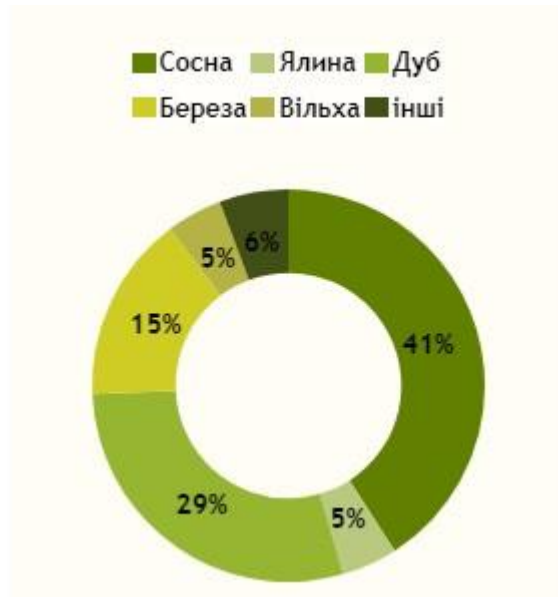


Рисунок 2.1 – Лісовий фонд філії «Шепетівське лісове господарство»
ДП «Ліси України»

В околицях міста Шепетівки рослинний покрив відзначається значною мозаїчністю, строкатістю та більш неморальним характером. Тут переважають широколистяні ліси, в травостої яких домінують осоки трясучковидна та волосиста. Далі на схід від Шепетівки (Мальованське та західна частина Полонського лісництва) в рослинному покриві зростає відсоток соснових лісів.

Ближче до сіл Романова і Буртина характер лісів змінюється, посилюється участь дуба, зростають площі мішаних та широколистяних лісів. Частіше трапляються дубові ліси крушиново-трясучковидноосокові та сосново-дубові ліщиново-трясучковидноосокові. У Романівському, Хмельівському, Полонському, Понінківському лісництвах характер лісів у значною мірою нагадує Житомирське Полісся. Найпоширеніші дубово-соснові, дубово-грабово-соснові та їхні похідні – грабово-соснові ліси.

Дубово-соснові ліси розміщуються на рівнинних або слабознижених елементах рельєфу з відносно бідними дерновослабкопідзолистими ґрунтами

глинисто-піщаного і легкосупіщаного механічного складу. Переважають угруповання дубово-соснових лісів чорницевих, чорницево-зеленомохових, зеленчукових, зірочникових, значно рідше зустрічаються угруповання дубово-соснових лісів орлякових. У підліску цих лісів переважають крушина ламка, жостір проносний та ліщина звичайна, але трапляються й окремі площі, де підлісок не виявлений.

Дубово-грабово-соснові і їхні похідні ліси – грабово-соснові зростають на ділянках з дерново-слабокідзолістими глейоватими легкосупіщаними та супіщаними, дерновими опідзоленими легкосуглинистими, дерновими карбонатними потужними супіщаними ґрунтами. Переважають угруповання дубово-грабово-соснових лісів зірочникових.

Досить поширені на території підприємства й соснові ліси. Вони зростають на рівнинних сухих ділянках, або невисоких підвищеннях із слабокідзолістими піщаними ґрунтами. Найчастіше представлені угрупованнями соснових лісів чорницево-зеленомохових, спорадично-чистими зеленомоховими лісами, зрідка – з переважанням чорниці. У соснових лісах біля населених пунктів в трав'яному покриві часто зустрічається мітлиця тонка, спорадично – ожина шорстка.

Невеликі за площею займають соснові ліси сфагнові, представлені угрупованнями соснових пухівково-сфагнових, багново-сфагнових і молінієво-сфагнових лісів. Найменші площі серед соснових лісів займають соснові ліси лишайникові.

Ялина європейська в природних деревостанах фрагментарно трапляється на суглинистих та супіщаних вологих ґрунтах і найчастіше формує угруповання ялиново-соснового лісу рідкотравного.

Дубові ліси не займають великих площ. Вони формуються на ділянках з дерново-підзолістими глейовими легкосупіщаними ґрунтами і зосереджені переважно в Романівському, Климентовицькому та Полонському лісництвах.

Основними угрупованнями цих лісів є дубові ліси крушиново-трясучковидноосокові, що розміщуються на знижених ділянках. Дещо вище в

рельєфі розміщені дубові ліси ліщиново-трясучковидноосокові. Світлі дубові ліси представлені ліщиново-зірочниковими угрупованнями. На плескатих підвищеннях формуються крушиново-конвалієві та ліщиново-орляково-конвалієві.

Серед дубових лісів на деяких ділянках наявні дубові ліси чорницеві та молінієво-чорницеві. Це, в основному, середньовікові насадження із поростевим дубом та переважанням бореальних видів у травостої.

Значні площі на найбагатших ґрунтах займають грабово-дубові ліси, представлені невеликими угрупованнями грабово-дубових лісів трясучковидноосокових грабово-дубових лісів зеленчукових та грабово-дубових лісів ялицевих.

Фрагменти ценозів липово-дубових лісів трапляються у Климентовицькому лісництві в заплаві річки Цвітохи. Рівномірно поширені вільхові ліси. Переважають угруповання гадючникові, без щитникові, щучникові, малинові.

На території підприємства зростає і охороняється понад 20 видів рослин, занесених до Червоної книги України Одна із них – осока Буксбаума – голарктичний вид, що зростає на заболоченій торф'янистій луці в контактній лучно-болотній смузі з щучниково-сфагновим травостоем і утворює невеликі популяції.

Окрім нього, тут зустрічаються: підсніжних звичайний, пальчатокорінник плямистий, осока затінкова, лілія лісова, багатоніжка звичайна, гвоздика Фішера, астранція велика та багато інших.

Мале Полісся характеризується високим заляганням підґрунтових вод і утворенням у зв'язку з цим боліт, а в результаті торфорозробок – штучних озер та баюр. Наклала на рельєф свій слід і меліорація, утворивши канали. Зробили свою справу бобри, перегородивши русла річок та потічків. У результаті цього, у водоймах та болотах лісгоспу зросла кількість безхребетних. Це п'явки, водяні клопи, личинки бабок і водяні жуки.

У водоймах зареєстровано 34 види кісткових риб, що об'єднані у шість

рядів. Найчисленнішими видами є карась сріблястий, короп, плітка, лящ, головень, пічкур звичайний, карась звичайний, щука, окунь річковий та інші.

Серед земноводних, яких налічується 12 видів, найпоширенішими є жаба озерна та ставкова, жаба їстівна, кумка звичайна, жаба трав'яна, ропуха сіра і квакша звичайна. Рідкісними у деяких лісництвах є жаба гостроморда, часничниця та ропуха зелена.

Клас Плазуни представлений такими видами: ящірка прудка, вуж звичайний, ящірка живородна, гадюка звичайна. Рідкісними є вуж водяний, ящірка зелена, веретільниця ламка, черепаха болотяна.

Найбільш різноманітною та численною групою хребетних тварин у видовому відношенні є птахи 3 217 видів, що належать до складу орнітофауни регіону осілими є 39 видів, гніздяться та зустрічаються лід час перельотів 116 видів, спостерігаються під час міграції – 48 видів, прилітають на зимівлю – 7 видів птахів.

Найпоширенішими видами орнітофауни є бджолоїдка, боривітер звичайний, бугай, вівсянка звичайна, вівчарик ковалик, дрізд чорний, дятел малий, дятел середній та дятел звичайний, канюк звичайний, крук, кропив'янка чорноголова, тетерук, підсоколик малий, мухоловка білошия, рябчик, сапсан, синиця велика, соловейко східний, рибалочка, чапля сіра, чапля руда, яструб великий тощо.

На території лісгоспу зустрічається 39 видів ссавців. Найпоширенішими виявилися білка звичайна, вовчок горішковий, лисиця звичайна, борсук, куниця лісова, тхір чорний, собака єнотовидний, видра річкова, бобер річковий, ондатра, ласка, їжак звичайний, білозубка білочерева, мідниця звичайна, козуля звичайна, свиня дика, лось. Іноді в перестиглих лісових угіддях зустрічається вовк.

Велике різноманіття рослинності та тваринного світу сприяє промисловій діяльності та веденню лісового і мисливського господарства, якому в різні часи приділялася посилена увага, проте на стан його розвитку наклав свій відбиток кожен період історії розвитку нашої країни, особливо в

останні роки під час військових дій у нашій країні.

Філія «Шепетівське лісове господарство» Державного підприємства «Ліси України» розташоване у найбільш залісненій північно-східній частині Хмельницької області на території Шепетівського адміністративного району. До складу лісового господарства входять 11 лісництв, а саме Кам'янківське, Климентовицьке, Мальованське, Плесенське, Пліщинське, Понінківське, Полонське, Романівське, Рудня-Новеньське, Хмелівське та Шепетівське лісництва. На територіях лісництв розміщено 6 лісових розсадників загальною площею 11,4 гектара, лісокомплекс, автопарк з ремонтно-механічною майстернею, деревообробний та столярний цехи.

У лісовому фонді філії «Шепетівське лісове господарство» переважають природні ділянки та лісові культури з сосни звичайної – 41 %, дуба звичайного – 29 %, берези повислої – 15 %, вільхи чорної – 5 %, ялини європейської – 5 %. Менше одного відсотка займають насадження з переважанням ясена звичайного, граба звичайного, липи дрібнолистої. Із заходу на схід площі соснових і дубово-соснових лісів скорочуються, грабово-дубових і дубових зростають.

3 МОНІТОРИНГ ЛІСОВОГО ПОКРИВУ З ВИКОРИСТАННЯМ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМИ GLOBAL FOREST WATCH

3.1 Особливості оцінювання втрат лісового покриву дистанційними методами за матеріалами відкритих джерел супутникової інформації

Сучасні екологічні дослідження нерозривно пов'язані з антропогенними впливами та їх наслідками, які часто складно виявити. Особливо це стосується важкодоступних територій, де потрібен комплексний підхід до визначення глобальних змін. Щоб відстежити ці зміни, можна скористатися різноманітними безкоштовними чи платними інтернет-ресурсами.

Поєднання різних систем картографування дозволить моніторити лісовий покрив та аналізувати розподіл територій з урахуванням формування ландшафтно-територіальної структури. Такий підхід є важливим для розуміння впливу людської діяльності на екосистеми та прийняття ефективних заходів з їх збереження.

Для аналізу стану лісового покриву та його динаміки широко використовують технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Ці технології надають можливість отримувати важливу інформацію для різноманітних цілей, таких як картографування лісових ділянок, розрахунок таксаційних показників деревостанів та верифікація даних наземного моніторингу.

Використання ДЗЗ дозволяє створювати складні картографічні матеріали, які дозволяють відокремлювати лісові та нелісові ділянки за допомогою так званої «лісової маски». Основою цих технологій є мультиспектральні супутникові знімки, які поєднуються з геопросторовою інформацією про лісові території.

Проблеми, пов'язані з аналізом земельних ресурсів, можна вирішити завдяки космічним знімкам, які доступні на безкоштовних інтернет-ресурсах.

Це спростить процес за рахунок автоматизованого об'єднання та обробки наборів даних та знімків.

3.2 Загальна характеристика Global Forest Watch

Global Forest Watch (GFW) або Всесвітня лісова варта – це ініціатива, розроблена Всесвітнім товариством з охорони природи (World Resources Institute), що спрямована на моніторинг та збір інформації про стан світових лісів. Основна мета цієї ініціативи полягає в забезпеченні доступу до даних про ліси та їх зміни, виявлення незаконних дій, що впливають на ліси, та сприяння збереженню природних лісів і їх біорізноманітності. Система дозволяє в режимі реального часу відслідковувати активні вирубки лісів у світі й на окремих територіях. Використовуючи сервіси Google Maps и Google Earth, система зіставляє супутникові знімки лісів і виявляє зміни, зафіксовані у лісовому покриві. Ця інформація викладається у вільний доступ для усіх користувачів інтернету [10].

У 2014 році компанія Google разом з Інститутом світових ресурсів та спільно з сорока партнерськими компаніями запустили проект на основі космічних знімків Landsat із роздільною здатністю 30 метрів на 30 метрів в 1 пікселі. Цей проект став основою інтерактивної карти, яка відображає лісовий покрив, його зміни з часом, землекористування та заходи з охорони лісів по всьому світу. Однак він не надає детальної інформації про причини втрати лісу.

Тематичний шар «Tree cover loss» показує річні втрати лісового покриву, які визначаються як знищення рівня рослинного покриву висотою понад 5 метрів у межах обраної ділянки. Ці втрати позначені рожевим кольором на карті. З іншого боку, шар синього кольору «Tree cover gain» відображає зростання лісового покриву, тобто процес лісовідновлення.

Основні компоненти Global Forest Watch включають:

- супутникове зображення. Використовуючи дані супутників, можна

відстежувати зміни в лісовому покриві, виявляти зріз лісів та інші події;

- аналіз даних. Інструменти та алгоритми дозволяють обробляти та аналізувати великі обсяги даних, щоб виявити тенденції у вирубуванні лісів;
- відкритий доступ до інформації. Дані та картографічна інформація доступні громадянам, науковцям, урядам та неприбутковим організаціям,
- інструменти для прийняття рішень. Global Forest Watch надає інструменти для вирішення питань, пов'язаних з лісами, і допомагає у прийнятті рішень щодо охорони лісів та зменшення негативного впливу діяльності людини на лісові екосистеми. Дані, отримані на сайті GFW, широко використовують в світових дослідженнях лісів провідними науковцями та є новим кроком у моніторингу лісових ресурсів.

За допомогою Global Forest Watch можна одержати наступну інформацію:

- площу територій обраної ділянки вкритої лісом;
- площу втрат лісової рослинності, особливості динаміки за останні роки та площинне відображення на карті;
- площі нових насаджень та їх відображення на карті;
- відстежування лісових пожеж та їх наслідки;
- склад лісів за породами;
- можливість перегляду заповідних територій з їх межами;
- інфраструктура та промислові об'єкти, пов'язані з лісами;
- щільність біомаси деревних рослин;
- основні кліматичні показники (викиди вуглекислого газу від втрат деревного покриву тощо).

Реальна перевага запропонованої системи полягає у тому, що важко контролювати вирубку лісів на великих територіях. За допомогою сервісу ми можемо отримати картосхему будь-якої території, прослідкувати зміни у лісовому покриві з 2000 року. Уся інформація базується на аналізі фотографій супутників NASA і оновлюється у системі реального часу. Спеціальні алгоритми обробляють зображення і статистику.

Система англomовна, але інтуїтивно зрозуміла. Дані погруповані за розділами:

- Map – карти і інформація з їх аналізу;
- Dashboard – графічні дані;
- Help – відповіді на запитання щодо користування системою.

Розміщення іншої інформації та зв'язок із користувачем здійснюється через розділи «About», «Blog», «Other tools» [10].

Отже, ресурс Global Forest Watch надає споживачам дані моніторингу стану лісів. Основна мета цієї ініціативи полягає в забезпеченні доступу до даних про ліси та їх зміни, виявлення незаконних дій, що впливають на ліси та сприяння збереженню природних лісів та біорізноманітності. Система дозволяє в режимі реального часу відслідковувати активні вирубки лісів у світі та окремим територіям.

3.3 Дослідження лісових насаджень Хмельницької області з використанням онлайн-платформи Global Forest Watch

В інтерфейсі онлайн-платформи Global Forest Watch присутня вкладка Дашборд – це інтерактивна аналітична панель, графічний інтерфейс. На екрані розміщені усі ключові показники відповідно до мети і процесів, які досліджуються. За їх допомогою можливо відстежувати і проаналізувати тренди і зміни характеристик. Дашборд – загальна візуалізація, де презентується основна інформація з різних частин додатку. У вигляді діаграм і коротких дописів тут подана інформація за темами: статистика, лісовий покрив, зміни лісів, пожежі і вплив на клімат рисунок 3.1.

У розділі статистики наведені діаграми втрат лісового покриву з 2001 року по 2023 рік наведений рейтинг громад області, де втрати лісу були найбільш значними. Це Ізяславська, Славутська і Шепетівська територіальні громади. Система не враховує чинний адміністративний поділ і райони відповідають адміністративному поділу до 2014 року. Наведений рейтинг

лісовкритих площ України. Хмельницька область не належить до лідерів за цим показником. Також у вигляді діаграми візуалізована частка природних і штучних лісів. На 2000 рік в області нараховувалось 300 тисяч гектарів природних лісів і тільки 1,63 тисяча гектарів штучних лісів.

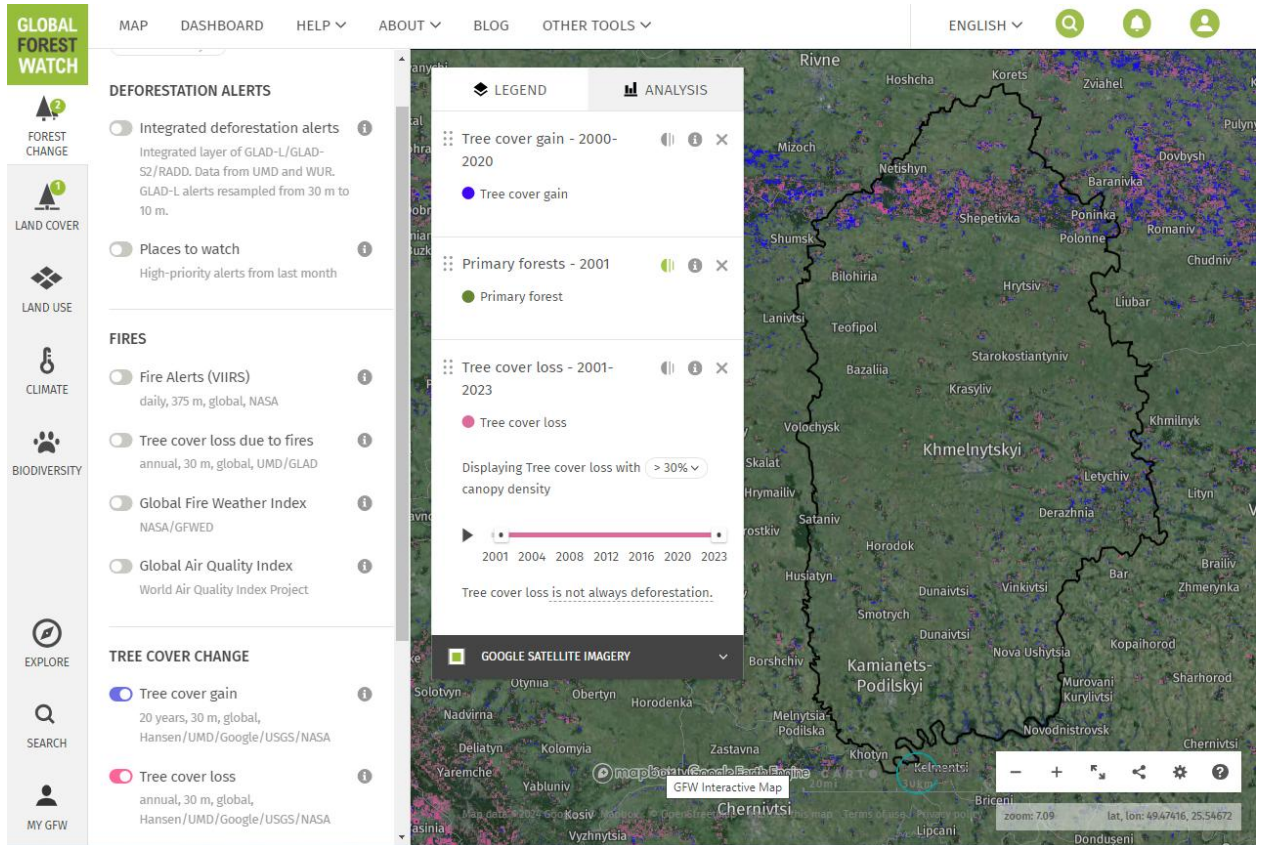


Рисунок 3.1 – Інтерфейс онлайн-платформи Global Forest Watch
(<https://www.globalforestwatch.org>)

Розділ «Лісовий покрив» містить рейтинги найбільш вкритих лісом громад області. Це Шепетівська, Ізяславська та Славутська територіальні громади. Дещо менша лісистість Летичівської та Деражнянської територіальних громад.

Розділ «Зміни лісів» також відкриває нам діаграми зменшення кількості лісовкритих площ з 2001 року по 2023 рік, рейтинги районів області щодо лісових втрат за цим показником. Відповідно до наведеної інформації лідерами за втратами лісу за період з 2001 року по 2023 рік стали Ізяславська, Славутська і Шепетівська територіальні громади (рисунок 3.2).

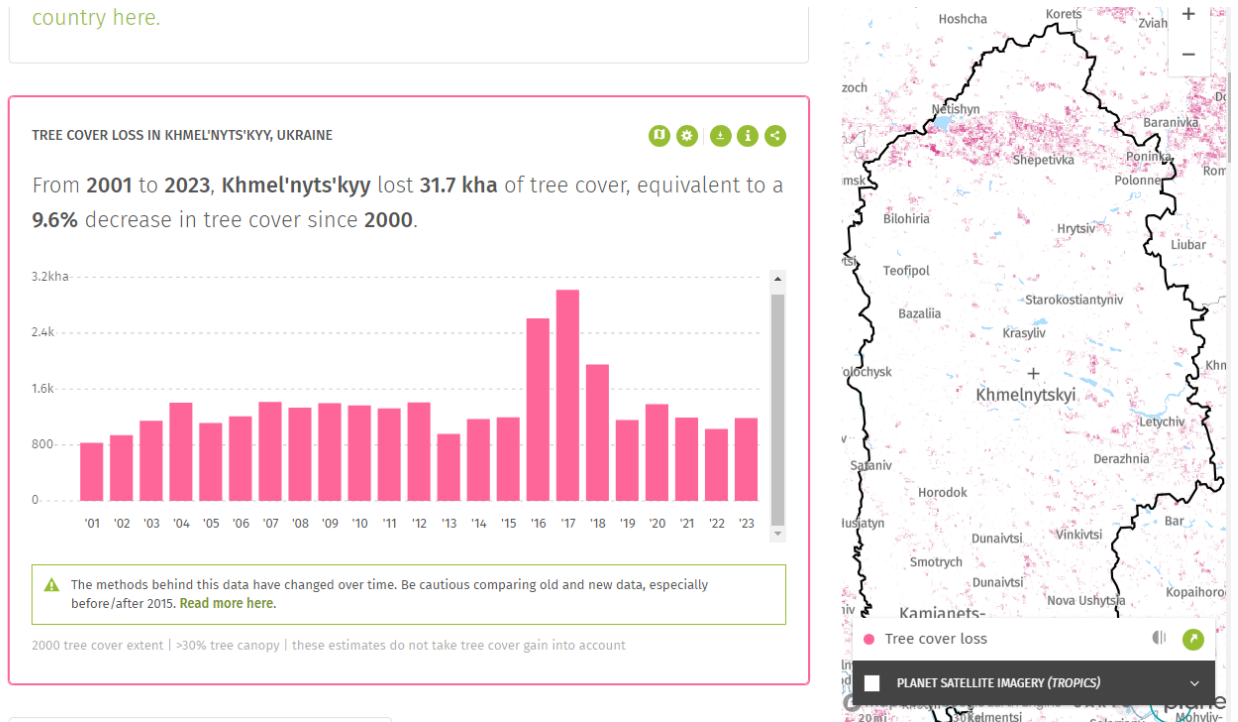


Рисунок 3.2 – Загальні втрати лісового покриття з 2001 року по 2023 рік на території Хмельницької області

Проаналізувавши дані за роки наведені на рисунку 3.2, бачимо, що Хмельницька область втрачає лісовкриті площі щороку. Кількість втрат за рік сягає від 831 гектарів у 2001 році до 2610 гектарів у 2016 році та 3020 гектарів у 2017 році. Можна помітити, що збільшення втрати кількості лісів з 2016 року по 2018 рік, коли зафіксовано максимальні показники. З 2017 року по 2023 рік відбулось поступове скорочення знищення площ лісу. Проте, щороку Хмельницька область втрачає не менше 1000 гектарів лісового покриття, що сягає 0,30 % і більше від загальних площ.

Загалом, за період з 2001 року по 2023 роки в Хмельницькій області було втрачено 31,7 тисяч гектарів деревного покриття, що еквівалентно зменшенню деревного покриття на 9,6 % у порівнянні з 2001 роком.

Зменшення кількості лісів пов'язані в основному з вирубками та масовим поширенням верхівкового короїда на сосні звичайній, яка має займає значні площі у лісових господарства північної частини області. Вплив здійснюють також лісові пожежі і загибель лісу через посухи. Проте саме

антропогенний вплив в області є основним чинником знеліснення.

Лідерами по зменшенню лісо вкритих площ виявилися Ізяславський, Славутський, Шепетівський, Летичівський та Полонський райони (рисунок 3.3).

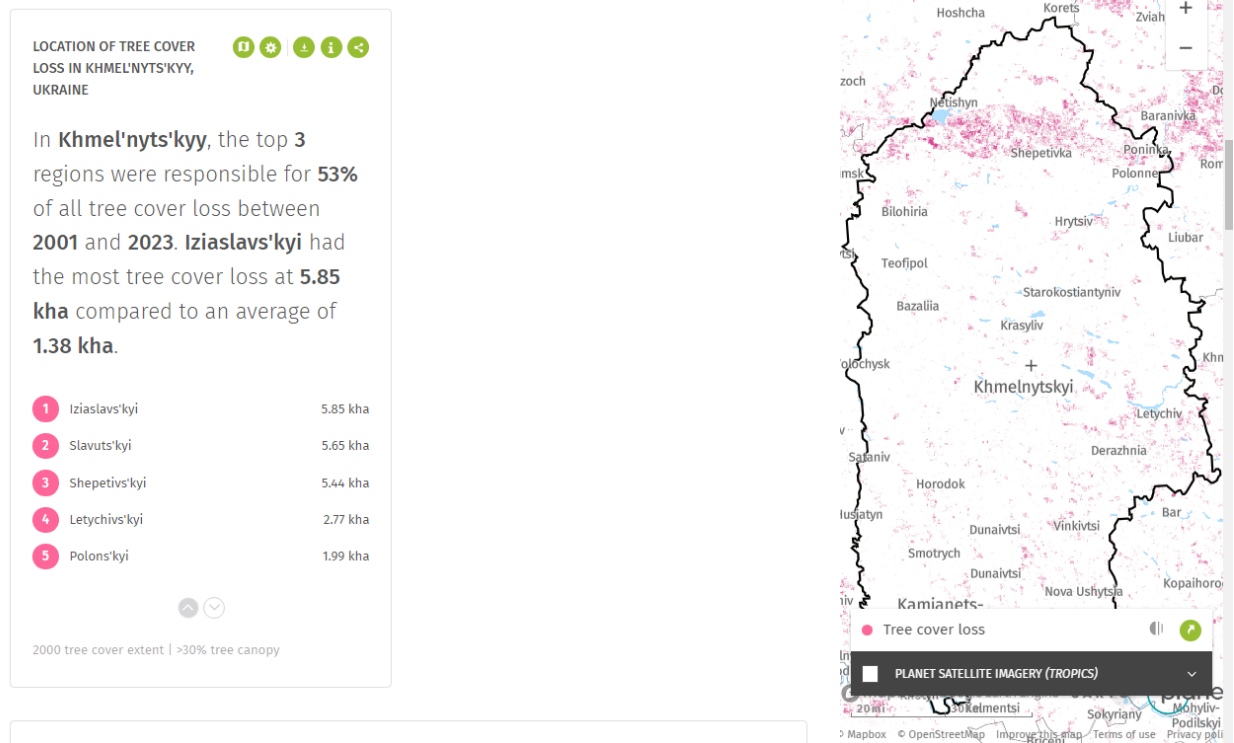


Рисунок 3.3 – Райони області з найбільшими втратами лісового покриття з 2001 року по 2023 рік

Як видно з рисунку 3.3 лідерами по втраті лісового покриття виявилися Ізяславський, Славутській і Шепетівський райони, це 585 гектарів, 565 гектарів та 544 гектарів відповідно. Ці ж регіони і серед лідерів з відновлення лісів.

На рисунку 3.4 зображено найбільші за площею вкритих лісом райони Хмельницької області.

Як видно з рисунку 3.4 у Хмельницькій області на 2010 рік шість районів становлять 52 % від всього лісового покриття області. Найбільша лісистість спостерігається в Шепетівському районі і становила 39,7 тисяч гектарів, порівняно з середнім значенням 14,5 тисяч гектарів по

Хмельницькій області.



Рисунок 3.4 – Найбільші райони області за лісистістю

Цікава інформація міститься у розділі «Пожежі». Зокрема, тут проаналізована інформація щодо часу найбільшої пожежної небезпеки. Відповідно до наведених даних онлайн-сервісу Global Forest Watch це відбувається щороку у травні, серпні та вересні місяці. Наведена статистика втрат лісових ресурсів від пожеж охоплює період з 2001 року по 2023 рік (рисунок 3.5).

Згідно даних рисунку 3.5, найбільше лісів постраждали від пожеж починаючи з 2016 року по 2018 рік.

На рисунку 3.6 наведений графік частоти телефонних дзвінків з повідомленнями про пожежі у лісі за період з 2002 року по 2024 рік.

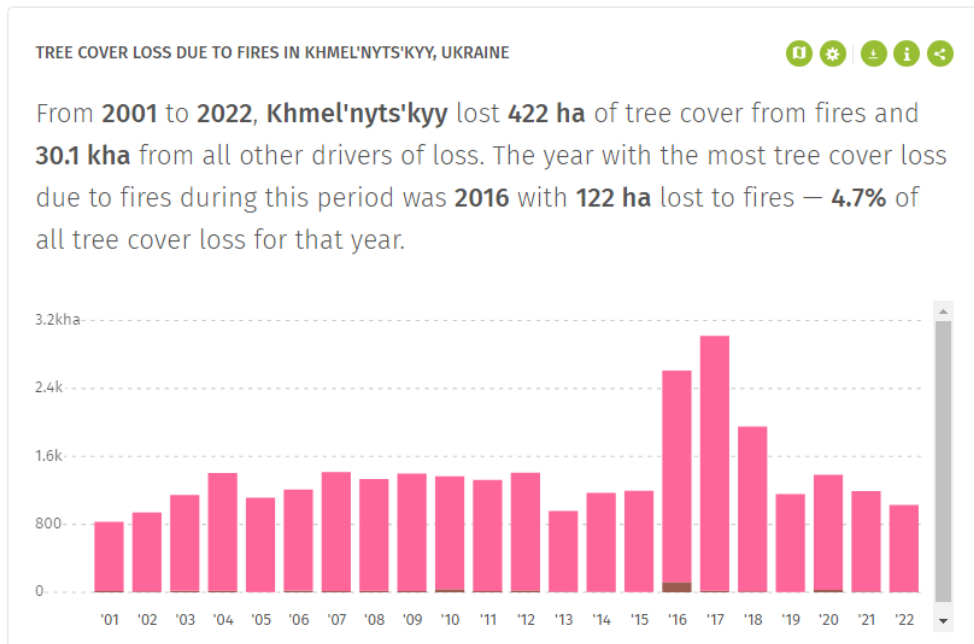


Рисунок 3.5 – Дані втрат лісового покриття на території області внаслідок пожеж з 2001 року по 2022 рік

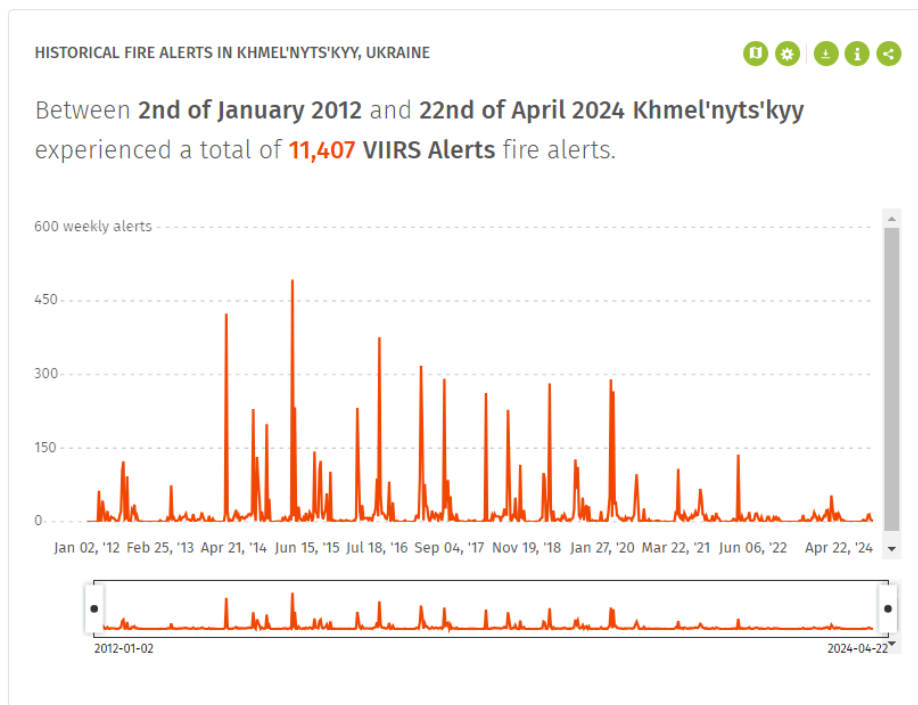


Рисунок 3.6 – Кількість телефонних дзвінків з повідомленнями про пожежі у лісових господарствах Хмельницької області з 2001 року по 2024 рік

Пік повідомлень про лісові пожежі припадає на теплий періоду року, а саме з квітня по вересень місяць. Також значна кількість дзвінків про лісові

пожежі надходила починаючи з лютого по липень 2022 року. Це, на нашу думку, пов'язане з початком війни, коли почалися масові атаки російських військ на північний регіон нашої області, а також пов'язані з ними відповідні панічні настрої населення. Також узагальнений рейтинг громад по втратам лісу від пожежі. Сюди увійшли Ізяславська, Шепетівська і Полонська громади. На сайті візуалізовано відсоток втрат лісу від вогню. На фоні загальних лісових втрат він складає 1,4 %.

З розділу онлайн-платформи Global Forest Watch «Клімат» можемо дізнатись про кількість вуглекислого газу, який відновлюють ліси Хмельниччини. Ця кількість складає 527 кілотонн за період з 2001 року по 2022 рік. На сайті можна побачити територіальні громади, з найбільшою біомасою лісів, які відновлюють найбільшу кількість карбону. Сюди відносяться Ізяславська, Славутська і Шепетівська територіальні громади.

Отже, дашборд Global Forest Watch ілюструє інформацію щодо показників діяльності лісу за розділами: статистика, лісовий покрив, зміни лісів, пожежі і вплив на клімат. Користувач може обрати територію – країну, область, район. Інформація подана у вигляді діаграм, графіків, текстів. Аналізуючи дашборд ми дослідили дані щодо лісовтрат у області, насаджень лісу, лісових пожеж, відновлення лісами вуглекислого газу.

Дані щодо впливу лісу на клімат, зокрема, відновленню вуглекислого газу на гектар площі показані на карті за допомогою кольорової шкали. Щільність лісового покриву, яка впливає на цей показник визначена як 30 %. Відповідно до неї ліси Хмельниччини здатні відновити приблизно 750 тонн вуглекислого газу на гектар. Є дані щодо очищення повітря від парникових газів. Потенціал відновлення повітря сягає від 700 тонн до 800 тонн на гектар у перерахунку на вуглекислий газ.

За допомогою системи можна отримати дані біорізноманіття. Наприклад, коефіцієнт недоторканості біорізноманіття Хмельницької області визнаний нижче середнього за запропонованою шкалою. Глобальне значення біорізноманіття визнане низьким. Ключові території збереження

біорізноманіття позначені у центрі і на сході області і з лісами не пов'язані. Місць, де мешкають ендемічні види рослин і тварин не визначено. Хоча на території області мешкають види-ендеміки, вони не враховані у даних всевітньої системи. Територій недоторканого лісу в області не відзначено. Вказані дані щодо недоторканих лісів розбивають період пошуку на середні проміжки по чотири роки. У жодному з періодів не визначена наявність недоторканих лісів в області. Середня висота деревного покриву визначена за шкалою і дорівнює 15 м.

Індекс цілісності лісового ландшафту об'єднує дані про гіпотетичне і реальне навантаження на ліси і обраховується у проміжку від 0 до 10. Для Хмельницької області показник перебуває в районі від 2 до 4.

Відслідковує система також райони, які постраждали від лісових пожеж. Показники свідчать про незначну втрату лісу від вогню на території Хмельниччини.

Отже, за допомогою сервісу у режимі реального часу нам вдалося встановити дані щодо площі лісів, динаміку лісовтрат за період з 2001 року по 2023 рік, кількість насаджень у гектарах і відсотках по області. Також можемо отримати інформацію про використання територій, зокрема заповідний фонд, вплив лісів на клімат, зокрема відновлення парникових газів. Карти у режимі реального часу і динаміці відслідковують дані щодо біорізноманіття, зокрема ендемічних видів, середню висоту лісового покриву, райони постраждали від лісових пожеж. Дані мають цінність, так як у відкритому доступі вони не викладаються, проте є важливими для наукових досліджень.

У 2010 році були наявні 331 тисяча гектарів природних лісів, що склало 16 % від площі області. Окрім того – 1,78 тисяч гектарів штучних лісових насаджень. З 2001 року по 2022 рік втрачено 30,6 тисяч гектарів лісового покриву, тобто 9,2 % відносно 2000 року. Ці дані не відповідають тим даним, що висвітлюються у відкритих джерелах інформації. За даними сайту «Відкритий ліс», станом на 2023 рік ліси на Хмельниччині займають площу

понад 280 тисяч гектарів, а відсоток лісистості складає 12,9 % [4].

З 2020 року по 2022 рік було висаджено 22,6 тисяч гектарів, що склало 2,4 % висадок по державі.

Щодо лісів Хмельницької області, то система відзначає втрати лісів за досліджуваний період і невелику кількість лісовідновлення порівняно із вирубками. В області фіксується невелике навантаження на ліси, так як Хмельниччина не є регіоном із значними лісозаготівлями. Відзначається невелика кількість лісових пожеж. Проте коефіцієнт недоторканості біорізноманіття нижче середнього, що пояснюється освоєністю даної території.

Для того, щоб продемонструвати актуальність та важливість впровадження ГС та ДЗЗ і лісогосподарській справі, ми порівнюємо дані щодо лісистості території Хмельницької області з допомогою Global Forest Watch і сайтом «Відкритий ліс». За інформацією інтернет джерела, станом на 2010 рік в області нараховувалося 331 тисячу гектарів природних лісів і 1,78 тисяч гектарів штучних лісових насаджень. У 2022 році цей показник змінився у порівнянні з 2010 роком на 1,1 тисячу гектарів. Тобто у результаті маємо 331,68 тисячу гектарів.

За даними сайту «Відкритий ліс» на 2023 рік вказано показник понад 280 тисяч гектарів. Звідси маємо розбіжність 51,68 тисяч гектарів. Джерело «Екологічний паспорт Хмельницької області вказує на показник 184,6 тис га станом на 01.01.2020 року. Розбіжність з попереднім джерелом 95,4 тисяч гектарів. Значна розбіжність даних можливо демонструє застарілість даних і потребу у точній інвентаризації.

Звичайно, на основі нашого дослідження неможливо однозначно зробити висновок про значну перевагу в контексті можливостей методу використання додатку Global Forest Watch. Адже, це спеціальний додаток, який не може виконувати всіх необхідних лісотаксаційних робіт, тому логічним було б поєднання вищезгаданих методів та комплексного і всебічного дослідження площ, що вкриті лісом. Зауважимо, що значна

розбіжність у даних має дати сигнал до точного обліку ресурсів на рівні області.

3.4 Дослідження лісового покриву філії «Шепетівське лісове господарство» за допомогою онлайн-платформи Global Forest Watch

У своїх дослідженнях за допомогою ресурсу Global Forest Watch ми провели аналіз даних і отримали наступні результати, які показали, що філія «Шепетівське лісове господарство» державного підприємства Ліси України у межах Шепетівського району належить до лідерів лісових господарств Хмельницької області щодо територій вкритих лісом.

Під час дослідження лісів філії «Шепетівське лісове господарство» за допомогою застосування Global Forest Watch варто відзначити, що ресурс має глобальні масштаби. Тому, чим менша площа досліджуваної території, тим менше даних може бути запропоновано споживачеві. Проте існує можливість виокремити на картах Шепетівський район до 2014 року і отримати інформацію щодо площі лісів і їх динаміки з 2000 року по 2022 рік. Також є дані по відновленню лісу. Також за допомогою онлайн-сервісу можна переглянути рейтинг сусідніх громад по лісовкритим площам.

Загальну інформацію відображено у вигляді карт, діаграм, таблиць, які наведені на рисунку 3.6.

Аналізуючи дані лісів філії «Шепетівське лісове господарство» у 2010 році під лісом були в Шепетівському районі було 27,3 тисячі гектарів лісу, що становило 33 % загальної площі району. Дані онлайн-платформи Global Forest Watch вказують на те, що у 2023 році було втрачено 74 гектари лісових насаджень.

На картосхемі рожевим кольором позначені знелісені ділянки. Як бачимо, вони розташовані на півночі і невеликими вкрапленнями в південній частині району певними осередками. Суцільних ділянок дефорестації не спостерігається. Дефорестація відмінна від звичайної вирубки лісів тим, що

передбачає повне викорінення лісового покриву та заміну його іншими формами землекористування, такими як сільське господарство, пасовища або інші форми використання ґрунту.

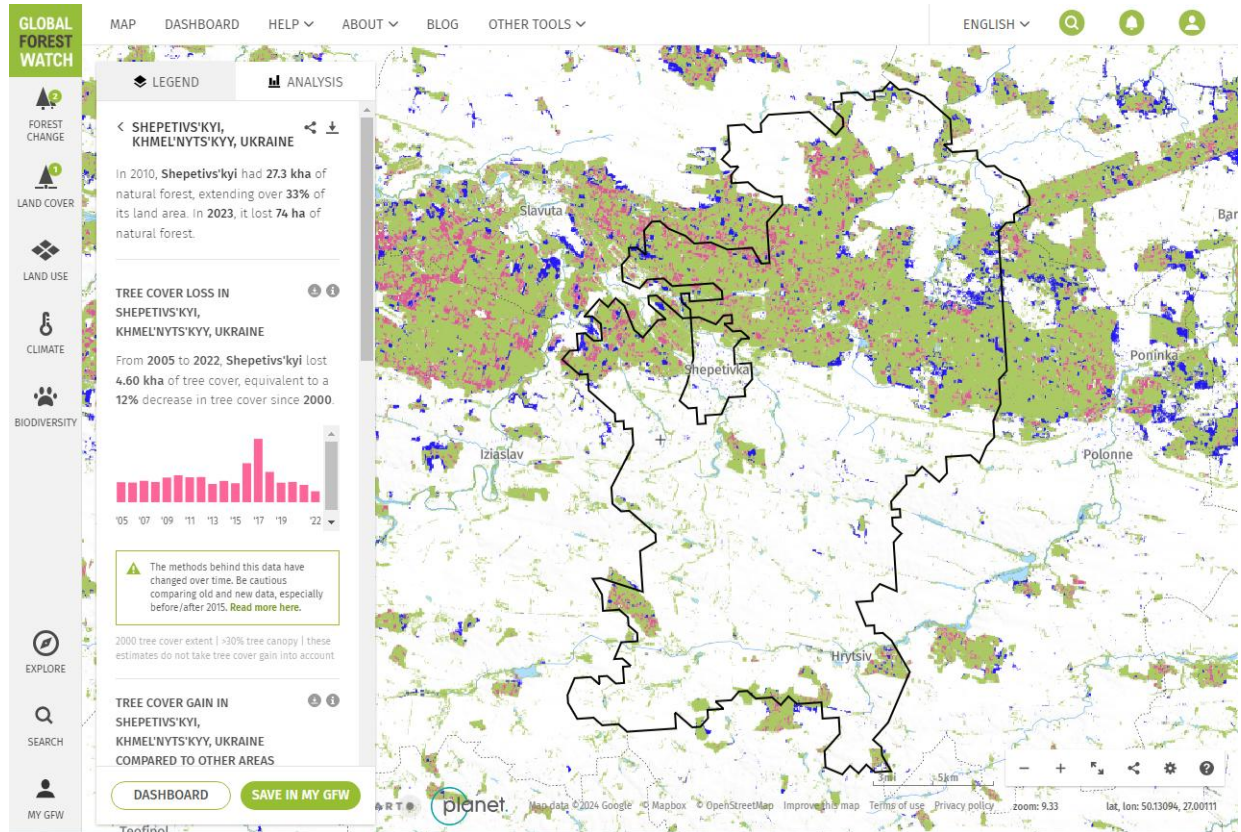


Рисунок 3.6 – Загальний вигляд філії «Шепетівське лісове господарство» ДП Ліси України у межах Шепетівського району

Головна проблема дефорестації полягає в тому, що ліси, які були викорінені, не можуть легко відновитися або відновитися взагалі через зміни в ґрунтовому покриві, кліматі, рослинному покриві та інших факторах. Крім того, дефорестація призводить до втрати біорізноманіття, знищення природних середовищ життя для багатьох видів тварин і рослин, а також до руйнування екосистем та погіршення якості ґрунту та водних ресурсів.

Хоча ліси можуть відновлюватися після вирубки, процес цей може займати десятиліття або навіть століття, залежно від кліматичних умов, типу ґрунту та інших факторів. У разі дефорестації, коли лісовий покрив повністю видаляється, процес відновлення може бути набагато більш тривалим та

невпевненим.

Синім кольором зображені ділянки, на яких відновлений лісовий покрив. Такі осередки розташовані дифузно по усій території лісового господарства.

Як бачимо з рисунку 3.7 і рисунку 3.8 філія «Шепетівське лісове господарство» щороку втрачає лісову рослинність. Червоним на рисунку показано втрачені ділянки лісової рослинності.

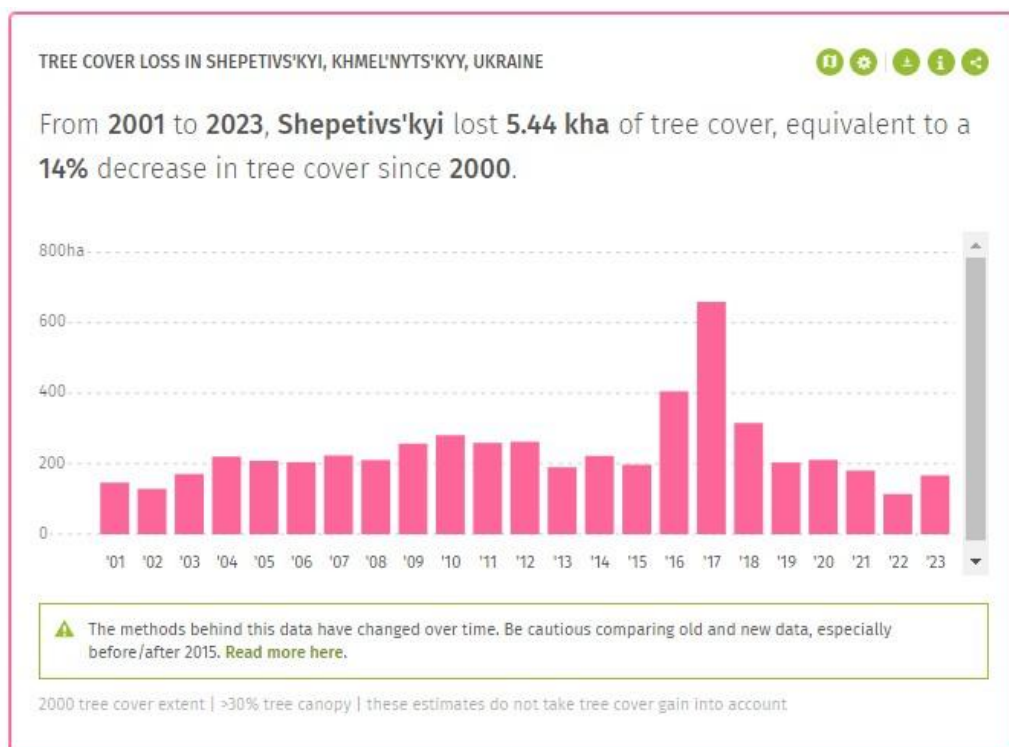


Рисунок 3.7 – Втрати лісової рослинності на території філії «Шепетівське лісове господарство» з 2001 року по 2023 рік

Згідно даних рисунку 3.7 максимум втрат лісових ресурсів припадає на 2017 рік – 659 гектарів за рік, що становило 1,7 % від загальних запасів лісових ресурсів Шепетівського району. Також значні втрати лісового покриву відзначалися у 2016 році і становили 406 гектарів за рік та у 2018 році і становили 316 гектарів за рік. На нашу думку така картина пов'язана з масовим поширенням верхівкового короїда у регіоні досліджень.

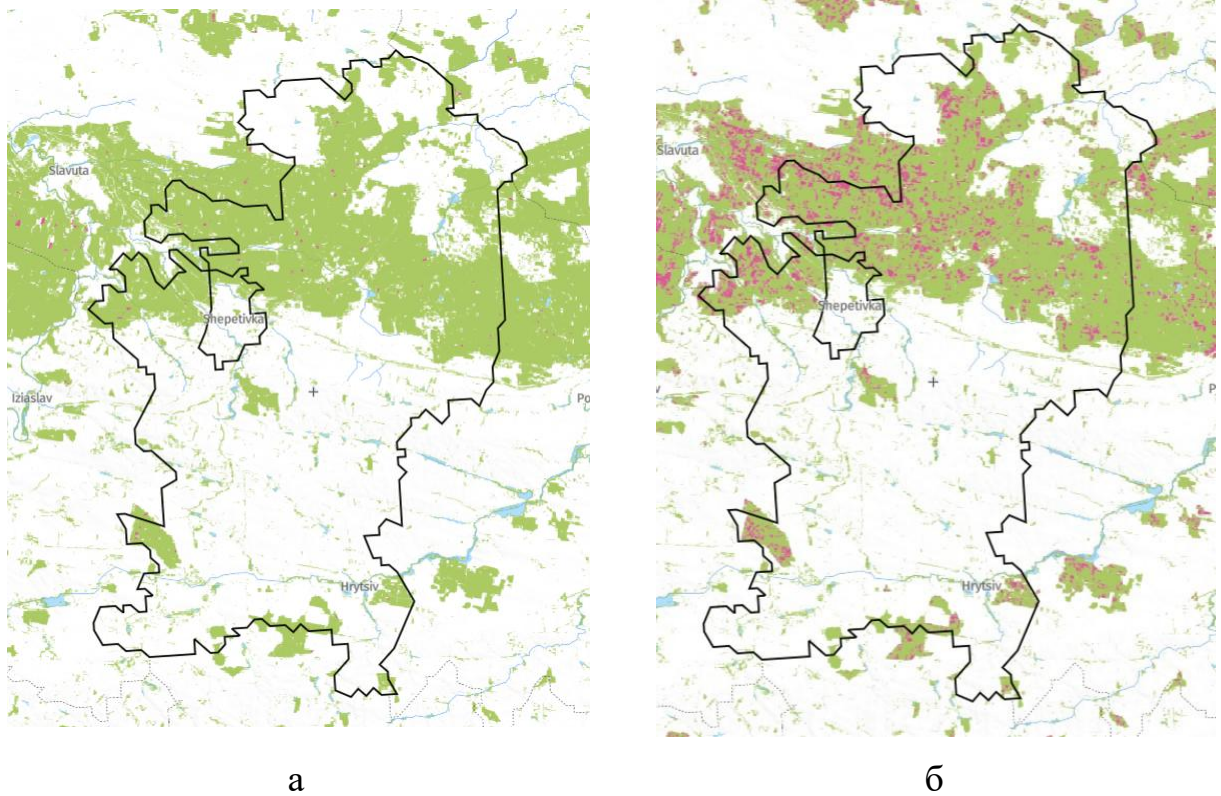


Рисунок 3.8 – Втрати лісового покриття на території філії «Шепетівське лісове господарство»

а – лісова рослинність станом на 2001 рік, б – лісова рослинність станом на 2023 рік (червоним зазначено втрачені ділянки лісу)

Найменші втрати лісу спостерігалися у 2022 році і становили 114 гектарів за рік. На нашу думку, це пов'язано з початком війни на території України, коли майже повністю зупинилися будь-які рубки лісу на території України.

Загалом, за період з 2001 року по 2023 рік в Шепетівському районі було втрачено 5440 га деревного покриття, що еквівалентно зменшенню деревного покриття на 14 % у порівнянні з 2000 роком (рисунок 3.7).

Тут також необхідно відмітити, що з 2000 року по 2020 рік філія «Шепетівське лісове господарство» входить до складу лідерів за площею відновлення лісового покриття Хмельницької області. А саме, за період з 2000 року по 2020 рік лісове господарство відновило 2070 гектарів деревного покриття, що становить 9,2 % від загального приросту деревного покриття в

Хмельницькій області (рисунок 3.9).

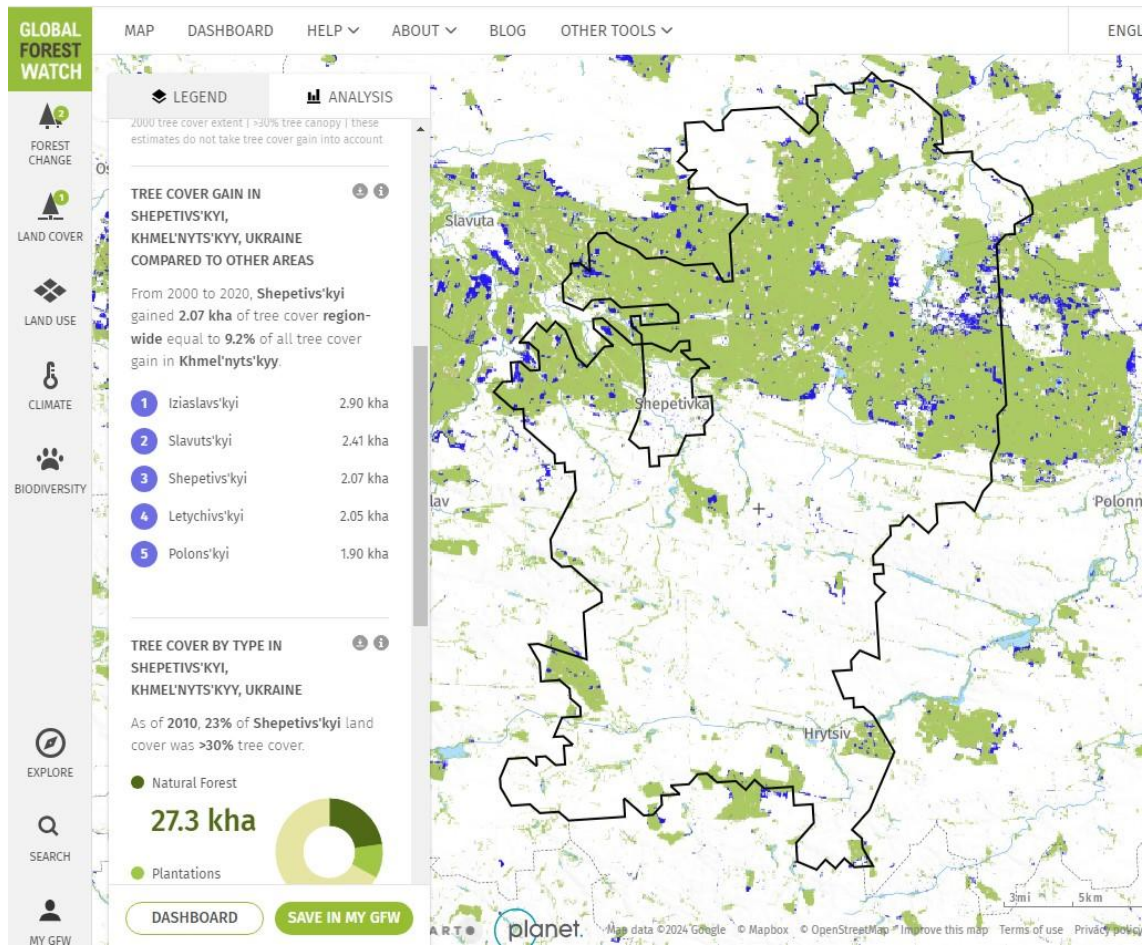


Рисунок 3.9 – Відновлення лісового покриття на території філії «Шепетівське лісове господарство»

Стосовно лісових пожеж, за даними онлайн-платформи Global Forest Watch У 2024 році в Шепетівському районі не було зафіксовано жодних сигналів про пожежі. Найбільше пожеж було зафіксовано в 2014 році, а саме 6 пожеж на території лісового господарства.

З 2001 року по 2023 рік філія «Шепетівське лісове господарство» втратила 62 гектарів лісового покриття через пожежі та 5,37 тисяч гектарів через всі інші причини втрат. Рік з найбільшою втратою лісового покриття через пожежі за цей період був 2010 рік, коли було втрачено 15 га через пожежі – що становить 5,4 % від усіх втрат лісового покриття у цьому році (рисунок 3.10).

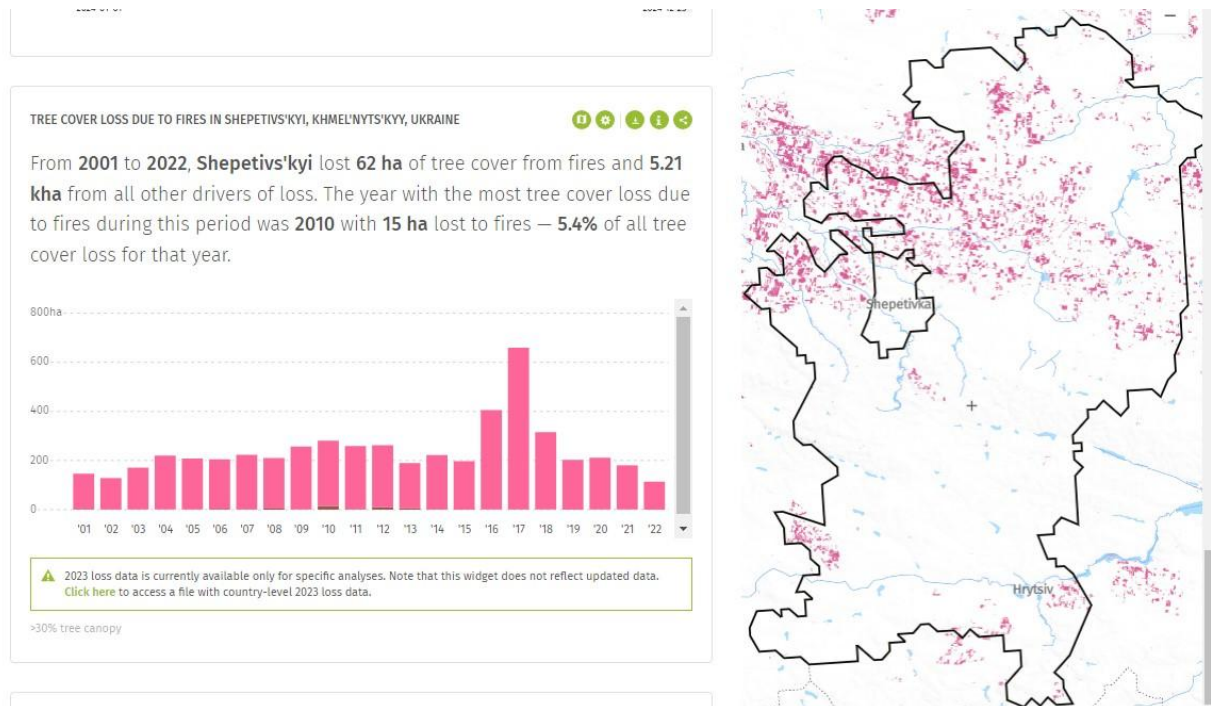


Рисунок 3.10 – Втрати лісового покриття у Шепетівському районі з 2001 року по 2022 рік

Отже, система Global Forest Watch дозволяє відслідковувати дані щодо лісовкритих територій, динаміку знеліснення і відновлення лісу у розрізі Шепетівського району. Загальна динаміка повторює тенденції і в Хмельницькій області. Також спостерігаємо втрату лісу над відновленням за дослідний період. Отримані дані, у цілому, підтверджуються даними по Україні, зокрема джерелом «Відкритий ліс», де також аналізуються причини наявного стану з використанням лісових ресурсів.

Отримані дані дозволяють провести аналогії між Хмельницькою областю і Шепетівським районом. Як бачимо лісистість Шепетівського району в цілому вища, ніж у області. Лісовкриті площі займають територію 21 %, тоді як по області цей показник коливається від 13 % до 14,5 % за різними джерелами. Як і Хмельницька область, філії «Шепетівське лісове господарство» також втрачає ліси щороку. Основна причина – Хмельниччина завдяки сприятливому рельєфу, клімату та родючості ґрунту приваблювала до ведення сільського господарства. Практично протягом останніх десятиліть

тут жертвували лісовими насадженнями заради аграрного бізнесу [4].

Крім того кількість лісів зменшується через планові лісозаготівлі, неузгодженість вирубок між різними лісокористувачами, незаконні вирубки тощо. Впливають також природні причини – шкідники (верхівковий короїд), пожежі тощо. Максимум лісовтрат у Хмельницькій області і філії «Шепетівське лісове господарство» припадав на 2017 рік. Проте у звіті Міністерства аграрної політики та продовольства України не відзначаються рекордні втрати лісу в Україні [1].

Отже причина у місцевих чинниках. Зокрема у дашборді сервісу у Хмельницькій області на цей час припадає максимум лісових пожеж. А філія «Шепетівське лісове господарство» за цим же джерелом є серед територій, найбільш постраждалих від вогню у області [10].

Як свідчать дані Global Forest Watch темпи лісовідновлення у філії «Шепетівське лісове господарство» не покривають лісовтрат за досліджуваний період.

За період з 2001 року по 2022 рік в Шепетівському районі було втрачено 62 га лісового покриву внаслідок пожеж та 5210 гектарів через інші причини. Найбільша втрата лісового покриву внаслідок пожеж за цей період сталася в 2010 році, коли було втрачено 15 гектарів, що склало 5,4 % від загальної втрати деревного покриву у цьому році. Подібна ситуація прослідковується і в області в цілому. Як в області, так і в філії «Шепетівське лісове господарство» осередки вирубки і відновлення лісу розташовані по території дифузно.

Основною функцією дистанційного дослідження лісів є подальше використання отриманих результатів на практиці, оновлення застарілих та неактуальних даних, що наявні в лісогосподарських та природоохоронних структурах. Держава визнає потребу в детальному моніторингу лісо вкритих площ. Лісова галузь нині переживає реформування і те, що втілюють її у відверто найскладніші для України у часи військових дій, свідчить про її важливість.

У даний час проводиться Національна інвентаризація лісів, яка базується на вибірково-статистичному методі. Це означає, що замість того, щоб перевіряти кожен окрему ділянку лісу, фахівці використовують комп'ютерні програми та супутникові знімки для вибору певної вибіркової вибірки. Потім ці дані екстраполюються на загальний масштаб. Цей процес інвентаризації, який проводиться навіть у період воєнного стану, дозволить отримати загальну картину стану лісів, але не надасть відповіді на запитання про конкретну кількість лісів у певній громаді чи лісництві.

Отже, статистика на основі даних дистанційного зондування Землі є актуальною і перспективною у використанні.

Також існує розбіжність на рівні району. За даними сайту лісгоспу станом на 2022 рік нараховувалося 848,5 гектарів лісовкритих площ, виявлених при оцінюванні ділянок лісового фонду філії «Шепетівське лісове господарство» ДП «Ліси України», А за даними Global Forest Watch 647 гектарів. Ці дані різюче несхожі [6, 10].

Під час дослідження ми виявили неможливість вільного доступу до більшості інформації, яку надає споживачу Global Forest Watch у порівнянні з іншими джерелами.

Отже, в Україні існує потреба в інвентаризації лісів. Методи, які застосовуються для її здійснення трудомісткі, капіталомісткі і потребують значних затрат фінансів і часу. Війна значно змінила доступ до моніторингу лісу традиційними методами. На прикладі інформації щодо лісовкритих площ Хмельницької області та філії «Шепетівське лісове господарство» зібраної за різними джерелами ми звертаємо увагу на значну розбіжність статистичних даних. Це свідчить про гостру потребу змін підходів до обліку лісів. Тож дані дистанційного зондування Землі, численні ресурси, зокрема Global Forest Watch, можуть стати дієвою допомогою у цій справі.

ВИСНОВКИ

Ліси це важлива складова біосфери Землі, національне багатство України. Для світу в цілому і України зокрема, актуальною є проблема деградації лісів і знеліснення. Тому доцільним є всебічне вивчення лісовкритих площ з метою їх обліку, моніторингу розвитку і відновлення.

Історія вивчення лісу в Україні розпочалась ще у XIX столітті, але сьогодні проблема вивчення дослідження зміни лісистості не втратила актуальності є об'єктом вивчення українських і європейських науковців.

Філія «Шепетівське лісове господарство» Державного підприємства «Ліси України» розташоване у найбільш залісненій північно-східній частині Хмельницької області на території Шепетівського району. У лісовому фонді лісового господарства переважають природні ділянки та лісові культури з сосни звичайної – 41 %, дуба звичайного – 29 %, берези повислої – 15 %, вільхи чорної – 5 %, ялини європейської – 5 %. Менше одного відсотка займають насадження з переважанням ясена звичайного, граба звичайного, липи дрібнолистої. Із заходу на схід площі соснових і дубово-соснових лісів скорочуються, грабово-дубових і дубових зростають.

Ресурс Global Forest Watch надає споживачам дані моніторингу стану лісів. Завдяки цьому онлайн-ресурсу можна отримати доступ до даних про стан лісів та їх зміни, виявлення незаконних дій, що впливають на ліси, та заходи по збереженню природних лісів та біорізноманітності. Система дозволяє в режимі реального часу відслідковувати активні вирубки лісів.

Онлайн-платформа Global Forest Watch візуалізує інформацію щодо показників діяльності лісу за розділами: статистика, лісовий покрив, зміни лісів, пожежі і вплив на клімат. Користувач може обрати територію – країну, область, район або місто. Інформація подана у вигляді діаграм, графіків, текстів.

Хмельницька область втрачає лісовкриті площі щороку. Кількість втрат

за рік сягає від 831 гектарів у 2001 році до 2610 гектарів у 2016 році та 3020 гектарів у 2017 році. Можна помітити, що збільшення втрати кількості лісів з 2016 року по 2018 рік, коли зафіксовано максимальні показники. З 2017 року по 2023 рік відбулось поступове скорочення знищення площ лісу. Проте, щороку Хмельницька область втрачає не менше 1000 гектарів лісового покриву, що сягає 0,30 % і більше від загальних площ.

Загалом, за період з 2001 року по 2023 роки в Хмельницькій області було втрачено 31,7 тисяч гектарів деревного покриву, що еквівалентно зменшенню деревного покриву на 9,6 % у порівнянні з 2001 роком.

Флія «Шепетівське лісове господарство» також щороку втрачає лісову рослинність. Максимум втрат лісових ресурсів припадає на 2017 рік – 659 гектарів за рік, що становило 1,7 % від загальних запасів лісових ресурсів Шепетівського району. Також значні втрати лісового покриву відзначалися у 2016 році і становили 406 гектарів за рік та у 2018 році і становили 316 гектарів за рік.

Найменші втрати лісу спостерігалися у 2022 році і становили 114 гектарів за рік. Це пов'язано з початком війни на території України, коли майже повністю зупинилися будь-які рубки лісу на території України.

Загалом, за період з 2001 року по 2023 рік в Шепетівському районі було втрачено 5440 га деревного покриву, що еквівалентно зменшенню деревного покриву на 14 % у порівнянні з 2000 роком

За період з 2000 року по 2020 рік лісове господарство відновило 2070 гектарів деревного покриву, що становить 9,2 % від загального приросту деревного покриву в Хмельницькій області.

З 2001 року по 2023 рік філія «Шепетівське лісове господарство» втратила 62 гектарів лісового покриву через пожежі та 5,37 тисяч гектарів через всі інші причини втрат. Рік з найбільшим втратою лісового покриву через пожежі за цей період був 2010 рік, коли було втрачено 15 га через пожежі – що становить 5,4 % від усіх втрат лісового покриву у цьому році

Зменшення кількості лісів пов'язані в основному з вирубками та

масовим поширенням верхівкового короїда на сосні звичайній, яка має займає значні площі у лісових господарства північної частини області. Вплив здійснюють також лісові пожежі і загибель лісу через посухи. Проте саме антропогенний вплив в області є основним чинником знеліснення.

Основною функцією дистанційного дослідження лісів є подальше використання отриманих результатів на практиці, оновлення застарілих та неактуальних даних, що наявні в лісогосподарських та природоохоронних структурах.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кваліфікаційна робота : методичні рекомендації для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія» / Н.Г. Міронова, С.М. Шевченко. Хмельницький : ХНУ, 2023. – 38 с.
2. Букша І. Ф. Рекомендації щодо розбудови державної системи моніторингу лісів України. Харків / І.Ф. Букша, В.П. Пастернак, Т.С. Пивовар // УкрНДІЛГА, 2019. – 35 с.
3. Левченко В. Б. Лісопатологія з основами моніторингу: підручник / В.Б. Левченко. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2020, – 268 с.
4. Величко С. Д. Сучасні підходи моніторингу лісів від незаконних вирубок / С. Д. Величко, Л. В. Сухомлін // Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти та молодих вчених «Стан і майбутнє лісового господарства, деревообробки та землевпорядкування» (Харків, 15–16.11.2022 р.). – Харків, 2022 – С. 10–14.
5. Державне агентство лісових ресурсів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://forest.gov.ua/> (дата звернення: 15.05.2024).
6. Екологічний паспорт Хмельницької області за 2022 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.adm-km.gov.ua/?page_id=7157 (дата звернення 15.05.2024).
7. Застосування геоінформанійних технологій за дистанційного зондування землі для моніторингу лісового покриву (на прикладі НПП «Вижницький»). – Режим доступу: http://pnpu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/robota_zmdmvv.pdf (дата звернення 06.04.2024).
8. Лісова реформа на Хмельниччині, задача з багатьма невідомими. Відкритий ліс, Хмельницька область. – Режим доступу: <https://zhar.org.ua/lisova-reforma-na-hmelnnychchyni-zadacha-z-bagatma-nevidomumu> (дата звернення 16.05.2024).

9. Лісовий кодекс України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text> (дата звернення 16.05.2024).

10. Перелік ОЦЗ, виявлених при оцінюванні ділянок лісового фонду Філії «Шепетівське лісове господарство» ДП «Ліси України», місць їхнього розташування та стану. ДП «Ліси України». Філія «Шепетівське лісове господарство». – Режим доступу: <https://sheplis.com.ua/informacija/sertifikacija/perelik-ta-opis-ocz-ta-diljanok-lisovogo-fondu.html> (дата звернення 16.05.2024).

11. Указ Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» № 722/2019, від 30 вересня 2019 року. – Режим доступу: <https://www.president.gov.ua/documents/7222019-29825> (дата звернення 15.04.2024).

12. Global Forest Waich. – Режим доступу: <https://www.globalforestwatch.org/> (дата звернення 20.04.2024).

13. Boisvenue C.K. Integration of Landsat time series and field plots for forest productivity estimates in decision support models / C.K. Boisvenue, B.P. Smiley, J.C. White, W.A. Kurz, M.A. Wulder // *Forest Ecology and Management*, 2016. – P. 284–297. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.022> (дата звернення 20.05.2024).

14. Миронюк В.В. Перспективи використання методу класифікації космічних знімків для лісової інвентаризації України / В.В. Миронюк // *Збалансоване природокористування*, 2015. – № 2. – С. 9–15.

15. Ковальчук, Н.П. Лісові фітоценози України в умовах воєнного стану / Н.П. Ковальчук, Н.О. Толстушко // *Сільськогосподарські машини*, 2022. – № 48, С. 88–92. – Режим доступу: <https://doi.org/10.36910/acm.vi48.879> (дата звернення 21.05.2024).

16. Державне агентство лісових ресурсів України. Публічний звіт голови Державного агентства лісових ресурсів України за 2022 рік. – Режим доступу: https://forest.gov.ua/storage/ap_p/sites/8/publicch_zvit/publichnii-zvit-za-2022.pdf (дата звернення 22.05.2024).

17. Богомаз М. Через пожежі у 2022 році Україна вже втратила в 30 разів більше лісів, ніж у попередні періоди / М. Богомаз // Retrieved May 4, 2023. – Режим доступу: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal32/article/view/1060> (дата звернення 23.05.2024).

18. Указ Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» № 722/2019, від 30 вересня 2019 року. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (дата звернення 24.04.2024).

19. Закон України Про природно-заповідний фонд України, 2019. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12> (дата звернення 24.04.2024).

20. Державне агентство лісових ресурсів України. Загальна характеристика лісів України (General characteristics of the forests of Ukraine). – Режим доступу: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/zagalna-harakteristika-lisiv-ukrayini> (дата звернення 24.04.2024).

21. Миронюк В.В. Узгодженість оцінок площі лісів за даними глобальної карти змін лісового покриву і мультиспектральних супутникових знімків / В.В. Миронюк, А.М. Білоус // Науковий вісник НЛТУ України, 27(5), 2017. – С. 38–42. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15421/40270507> (дата звернення 25.04.2024).

22. Миронюк В.В. Перспективи використання методу класифікації космічних знімків для лісової інвентаризації України / В.В. Миронюк // Збалансоване природокористування, 2015. – № 2. – С. 9–15.

23. Миклуш С.І. Дешифрування різнопланових космічних знімків для оцінювання груп порід / С. І. Миклуш, О. Г. Часковський, С. А. Гаврилук. // РВВ НЛТУ України. – 2013. – №11. – С. 143.

24. Gruber, S. Land-Surface Parameters and Objects in Hydrology. Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science / S. Gruber, S. Peckham. – 2009. – № 33. – Р. 171–194. – Режим доступу: [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00007-X](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00007-X) (дата звернення

30.04.2024).

25. Токар О. Використання супутникових знімків для оцінювання таксаційних показників лісових насаджень / О. Токар, М. Король, С. Гаврилюк, А. Цуняк. // Національний університет «Львівська політехніка». – 2017. – Випуск 85. – С. 84–93.

26. Stefanski J. Mapping Land Management Regimes in Western Ukraine Using Optical and SAR Data / J. Stefanski, T. Kuemmerle, O. Chaskovsky // Remote Sens, 2014. – Vol. 6. – P. 5279–5305.

27. Перспективи дистанційного зондування землі для вирішення лісівничих завдань. Екоінформ. – Режим доступу: <https://ekoinform.com.ua/?p=1534> (дата звернення 01.05.2024).

28. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За ред. В.І. Лялько та М.О. Попова. – Київ : Наукова думка, 2006. – 360 с.

29. Вицега Р.Р. Національна інвентаризація лісу в Фінляндії, Швеції, Литві та Данії / Р.Р. Вицега, Г. Г. Гриник // Науковий вісник НЛТУУ: зб. наук.-техн. праць. – Львів, 2008. – Вип. 18.11. – С. 141 – 148.

30. Зацерковний В.І. Застосування матеріалів дистанційного зондування в завданнях моніторингу лісових пожеж і кількісного оцінювання рослинності / В. І. Зацерковний, І. В. Тішаєв, О. І. Шищенко. // Наукоємні технології. – № 1. – 2016. – № 29. – С. 42.

31. Відкритий ліс. В Держлісагентстві придумали, як побороти масштабні незаконні рубки. – 2023. – Режим доступу: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/v-derzhlisagentstvi-bridumali-yak-poboroti-masshtabni-nezakonni-rubki/> (дата звернення 03.06.2024).

32. Кратко О.В. Вплив воєнних дій на навколишнє природне середовище України / О.В. Кратко, С.В. Кратко // V Міжнародна науково-практична конференція «Prospects of modern science and education», 07-10 лютого 2023 р. – Стокгольм. Швеція. – С. 63–67.

33. Zhu X.L. Improving forest aboveground biomass estimation using

seasonal Landsat NDVI time-series / X.L. Zhu, D.S. Liu // *Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2015. – P. 222–231. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.08.014> (дата звернення 05.05.2024).

34. Hansen M.C. A review of large area monitoring of land cover change using Landsat data / M.C. Hansen, T.R. Loveland // *Remote Sensing of Environment*, 2012. – Vol. 122. – P. 66–74. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.08.024> (дата звернення 05.05.2024).

35. McRoberts R. E. Methods for evaluating the utilities of local and global maps for increasing the precision of estimates of subtropical forest area / R.E. McRoberts, A.C. Vibrans, B.F. Walters, D.V. Lingner // *Canadian Journal of Forest Research*, 2016. – Vol. 46. – P. 924–932. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1139/cjfr-2016-0064> (дата звернення 15.05.2024).