

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЧНИЙ**

**Кафедра загальної та прикладної екології і зоології**

**Кваліфікаційна робота**  
**магістра**

на тему: « ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ  
ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF FOREST FIRES»

Виконала : студентка 2 курсу, 8.1012-з

Спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми Екологія та охорона  
навколишнього середовища

Борщова К. Г.

Керівник \_\_\_\_\_ к.б.н. доц. Домніч А.В.

Рецензент \_\_\_\_\_ к.с.г.н., доц. Припула Н. М.

# ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет біологічний

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Освітній рівень магістр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія та охорона навколишнього середовища

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

загальної та прикладної

екології і зоології, д.б.н., проф..

\_\_\_\_\_ О.Ф. Рильський

«01» жовтня 2022 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

\_\_\_\_\_ Борщовій Катерині Германівні \_\_\_\_\_

1. Тема роботи: Екологічні наслідки лісових пожеж

керівник роботи Домніч Андрій Валерійович, к.б.н., доцент \_\_\_\_\_

затверджена наказом ЗНУ від « 01 » травня 2023р. №644С

2. Строк подання студентом роботи листопад 2023 року

3. Вихідні дані до роботи : 2023 року

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки ( перелік питань до розробки):  
дослідити розрахунок загальної маси забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу при спалюванні лісу; розрахувати розміру збитків, завданих забруднюючими речовинами, що потрапляють в атмосферу під час лісових пожеж.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):  
Таблиці 3.1,3.2. Рисунки 3.1,3.2.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Притула Н. М., доцент, к.с.г.н.		

7. Дата видачі завдання 15 червня 2022 року

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи	Червень-листопад 2023	Виконано
2	Вивчення, засвоєння методики дослідження. Написання відповідного розділу роботи	Липень-серпень 2023	Виконано
3	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	Вересень 2023	Виконано
4	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи.	Жовтень 2023	Виконано
5	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи	Листопад 2022	Виконано
6	Рецензування кваліфікаційної роботи	Листопад-грудень 2023	Виконано
7	Захист кваліфікаційної роботи	Грудень 2023	Виконано

Студентка \_\_\_\_\_ Борщова К.Г.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Домніч А.В.

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ Притула Н. М.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота 84 с., 14 рисунків, 10 таблиць, 50 посилань.

Мета даної роботи: аналіз причин виникнення лісових пожеж та оцінка їх впливу на навколишнє середовище. Визначити вплив лісових пожеж на атмосферне повітря під час збройних конфліктів на прикладі території Кінбурнського півострову. Особливу увагу також було приділено визначенню лісових пожеж в зоні відчуження Чорнобильської АЕС.

Об'єкт дослідження: зони лісових пожеж на Кінбурнському півострові.

Предмет дослідження: викиди вуглекислого газу та інших парникових газів від лісових пожеж та пов'язані з ними екологічні збитки.

Наукова новизна дослідження: полягає в аналізі динаміки лісових пожеж та визначенні емісії парникових газів внаслідок збройного конфлікту на Кінбурнському півострові.

Практичне значення: полягає в тому, що визначення масштабів екологічної шкоди, спричиненої збройними діями держави-агресора, може бути корисним для відшкодування збитків.

Методи дослідження

Теоретичні методи: аналіз, узагальнення, порівняння, класифікація.

Подано загальну характеристику лісових пожеж, досліджено їх причини, масштаби та способи гасіння. Проаналізовано вплив на навколишнє середовище та економічні збитки, спричинені лісовими пожежами, а також небезпеку лісових пожеж у зоні відчуження Чорнобильської АЕС.

ЛІСОВІ ПОЖЕЖІ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ЛІСОВІ ПОЖЕЖІ НА КІНБУРНЬСЬКОМУ ПІВОСТРОВІ, ЗОНА ВІДЧУЖЕННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС, ПРОФІЛАКТИКА ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ, СТАН ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ, ЕКОНОМІЧНІ ЗБИТКИ, ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ.

## ABSTRACT

Commentary on the thesis «Ecological consequences of forest fires». 84 p., 14 figures, 10 tables, 50 references.

The purpose of this work is to analyse the causes of forest fires and assess their impact on the environment. To determine the impact of forest fires on the atmospheric air during armed conflicts on the example of the Kinburn Peninsula. Particular attention was also paid to the identification of forest fires in the Chernobyl exclusion zone.

Object of study: forest fire zones on the Kinburn Peninsula.

The subject of the study: emissions of carbon dioxide and other greenhouse gases from forest fires and related environmental damage.

The scientific novelty of the study is to analyse the dynamics of forest fires and determine greenhouse gas emissions as a result of the armed conflict on the Kinburn Peninsula. The practical significance of the study is that determining the extent of environmental damage caused by the armed actions of the aggressor state may be useful for compensation.

Research methods. Theoretical methods: analysis, generalisation, comparison, classification.

The general characteristics of forest fires are presented, their causes, scale and methods of extinguishing are investigated. The impact on the environment and economic losses caused by forest fires, as well as the danger of forest fires in the Chernobyl NPP exclusion zone, are analysed.

FOREST FIRES, ENVIRONMENTAL SAFETY, FOREST FIRES ON THE KINBURNE PENINSULA, CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT EXCLUSION ZONE, FOREST FIRE PREVENTION, STATE OF FIRE SAFETY IN UKRAINE, ECONOMIC LOSSES, ENVIRONMENTAL IMPACT.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	11
1.1 Вплив лісових пожеж на біорізноманіття та природні ресурси.....	11
1.2 Екологічні наслідки лісових пожеж для клімату та повітряної якості.....	13
1.3 Наслідки та причини лісових пожеж у світі .....	14
1.4 Причини виникнення пожеж в лісах Амазонії та Парагваї.....	15
1.5 Причини виникнення пожеж в лісах Австралії.....	17
1.6 Причина пожеж в Австралії кінець 2019 початок 2020 року.....	21
1.7 Природні та соціальні аспекти лісових пожеж .....	23
1.8 Взаємозв'язок між лісовими екосистемами та пожежами.....	25
1.9 Заходи щодо запобігання виникнення та гасіння лісових пожеж.....	27
1.10 Викиди парникових газів і їх наслідки для клімату.....	30
1.11 Соціальні наслідки лісових пожеж та їхній вплив на місцеве населення.....	31
1.12 Небезпечні наслідки лісових пожеж на території ЧАЕС .....	34
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	44
2.1 Об'єкт дослідження .....	44
2.2 Методологія дослідження.....	47
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА .....	54
3.1 Розрахунок загальної маси забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу при спалюванні лісу.....	54
3.2 Розрахунок розміру збитків, завданих забруднюючими речовинами, що потрапляють в атмосферу під час лісових пожеж.....	58
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	64
4.1 Заходи організації щодо забезпечення пожежної безпеки .....	64
4.2 Вимоги пожежної безпеки до лісових масивів.....	66
4.3 Правила охорони праці працівників лісового господарства .....	70
ВИСНОВКИ.....	74
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	76
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	78
ДОДАТКИ.....	84

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція.

ІНМ – індекс забруднення ґрунтів важкими металами.

CO<sub>2</sub> – вуглекислий газ.

CH<sub>4</sub> – метан.

NO<sub>x</sub> – оксиди азоту.

ГІС – геоінформаційна система.

NASA – національне управління з аеронавтики і дослідження космічного простору «National Aeronautics and Space Administration».

НПП «Білобережжя Святослава» – національний природний парк «Білобережжя Святослава» розташований у Миколаївській області з центром в Очакові.

Hitachi Z–8000 – атомно–абсорбційний спектрофотометр

Sentinel–2 – супутники з оптико-електронною апаратурою

Рш – скорочена назва формули для розрахунку суми збитків, спричинених забруднюючими речовинами.

IS – загальний індекс забруднення ґрунтів важкими металами.

S – площа спалювання.

кг – кілограм.

км<sup>2</sup> – кілометр квадратний.

мг – міліграм.

## ВСТУП

*Актуальність дослідження* екологічних наслідків лісових пожеж. Ліси, будучи одним із ключових компонентів природи, відіграють важливу роль у забезпеченні біологічного різноманіття, регулюванні клімату та підтримці екологічної рівноваги. Однак у сучасному світі лісові пожежі стають серйозною загрозою для цих унікальних екосистем, призводячи до серйозних екологічних і соціальних наслідків. Вивчення екологічних наслідків лісових пожеж є вельми актуальним, оскільки дасть змогу краще зрозуміти проблему та розробити стратегії щодо запобігання лісовим пожежам і управління ними.

*Мета цієї роботи* – провести комплексне дослідження екологічних наслідків лісових пожеж для визначення їхнього впливу на біорізноманіття, клімат і соціальну сферу. Для досягнення цієї мети в роботі передбачено такі завдання:

1) проаналізувати літературні дані про вплив лісових пожеж на біорізноманіття та природні ресурси, екологічні наслідки лісових пожеж для клімату та повітряної якості та наслідки та причини лісових пожеж у світі;

2) розрахувати розмір збитків на Кінбурнському півострові, завданих неорганізованими викидами забруднюючих речовин або сумішей таких речовин в атмосферу під час надзвичайного або воєнного стану;

3) проаналізувати природні та соціальні аспекти лісових пожеж, взаємозв'язок між лісовими екосистемами та пожежами, втрата біорізноманіття та знищення природних об'єктів, викиди парникових газів і їх наслідки для клімату, вплив лісових пожеж на людину та соціальну сферу, соціальні наслідки лісових пожеж та їхній вплив на місцеве населення;

4) зібрати і проаналізувати небезпечні наслідки лісових пожеж на території ЧАЕС, оцінити забруднення ґрунтів важкими металами внаслідок лісових пожеж, проаналізувати вимірювання впливу пожеж на біорізноманіття та розподіл видів а також вимірювання викидів парникових газів після пожеж;



5) провести експериментальну частину з розрахунком загальної маси забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу при спалюванні лісу а також розрахунок розміру збитків, завданих забруднюючими речовинами, що потрапляють в атмосферу під час лісових пожеж.

*Метою даної роботи є аналіз причин виникнення лісових пожеж та оцінка їхнього впливу на навколишнє середовище.*

*Об'єктом дослідження є зони лісових пожеж на Кінбурнському півострові.*

*Предметом дослідження є викиди вуглекислого газу та інших парникових газів від лісових пожеж та пов'язані з ними екологічні збитки.*

*Наукова новизна дослідження: полягає в аналізі динаміки лісових пожеж та визначенні емісії парникових газів внаслідок збройного конфлікту на Кінбурнському півострові.*

*Матеріалом дослідження є виділенні речовини під час пожеж на Кінбурнському півострові, а саме: діоксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), сажа, оксид вуглецю (CO), діоксид азоту.*

Лісові пожежі становлять серйозну загрозу для цих унікальних екосистем і потребують невідкладних досліджень з таких причин:

–збільшення частоти та інтенсивності лісових пожеж: за останні десятиліття кількість і поширення лісових пожеж збільшилася як в Україні, так і в усьому світі. Ця тенденція викликає серйозне занепокоєння станом лісових екосистем і біорізноманіття;

–вплив на біорізноманіття: ліси є місцем проживання багатьох видів рослин і тварин. Лісові пожежі можуть призвести до зникнення видів і порушення екологічної рівноваги;

–викиди парникових газів: ліси відіграють важливу роль у зв'язуванні вуглецю і зниженні викидів парникових газів. Лісові пожежі призводять до викиду  $\text{CO}_2$  та інших газів, що спричиняють зміну клімату;

–вплив на здоров'я та економіку: лісові пожежі можуть чинити серйозний вплив на здоров'я людей, водопостачання, сільське господарство та інфраструктуру;

–вплив на економічну діяльність: несанкціонована вирубка лісів і ведення сільського господарства можуть створювати сприятливі умови для виникнення лісових пожеж. Стале управління лісами та запобігання пожежам є ключовими питаннями.

Завдання збереження та примноження лісів є дуже актуальним для України. Останнім часом в нашій країні посилилася вирубка лісів, в основному це пов'язано зі значним попитом на деревину з Європи. В Україні цінні породи дерев вирубуються в Карпатах, Поліссі та Центральному регіоні. В результаті порушується водний баланс в цих районах. Це призводить до повеней, посух та інших кліматичних змін.

Окрім вирубки лісів, лісові пожежі завдають значної шкоди лісам. Основна державна структура, в якій знаходиться 73% лісів країни належить Державному агентству лісових ресурсів України. Саме центральні органи виконавчої влади гарантують виконання Державної Політика в галузі лісового господарства та полювання.

Управління лісовим господарством на регіональному рівні здійснюється регіоном Управління лісового господарства та полювання, яке є частиною. Координується з керівництвом Державного агентства лісових ресурсів України відповідним територіальним органом [1-4].

Найбільші пожежі (по регіонах) сталися в 2014 і 2017.

Там, де це можливо, узагальнена статистика за 2023 рік також буде невтішною [5, 6].

Оскільки ліси є найважливішим ресурсом планети та людства, розуміння та мінімізація впливу лісових пожеж на навколишнє середовище є одним із головних пріоритетів досліджень та практичних дій. Тому дослідження з даної проблеми є надзвичайно актуальними та важливими для науковців, екологів та державних органів у всьому світі.

## 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Вплив лісових пожеж на біорізноманіття та природні ресурси

Лісові пожежі – це глобальна проблема, що зачіпає екологічну, кліматичну та соціальну сфери. Дослідження, присвячені цій проблемі, виявили різні причини та механізми поширення лісових пожеж у світі. Розуміння цих чинників важливе для ефективного управління лісами та запобігання пожежам. Найважливішими аспектами цієї проблеми є такі:

1) кліматичні умови: зміна клімату, зокрема підвищення температури та посуха, створюють сприятливі умови для виникнення лісових пожеж. Високі температури та низька вологість сприяють виникненню пожеж;

2) антропогенні чинники: антропогенна діяльність, така як неконтрольоване вирубування лісів, сільське господарство та забудова, може стати причиною лісових пожеж. Старі методи ведення сільського господарства, такі як підсікання і випалювання, можуть становити пожежну небезпеку;

3) природні явища: блискавки та вулканічна активність – це природні явища, які можуть спричинити лісові пожежі. Блискавка може спричинити пожежу, якщо вона вдаряє в сухий ліс;

4) забруднення повітря: викиди аерозолів і забруднення повітря можуть створювати умови, що сприяють інтенсивнішому та швидшому поширенню пожеж;

5) лісові стежки та дороги: наявність доріг і лісових стежок може сприяти поширенню пожеж і прискорювати їхнє поширення;

6) гідрологічний режим: зміна гідрологічного режиму, наприклад, зниження рівня води в річках і озерах, може створити сухі умови, які сприятимуть поширенню вогню;

7) безперервне вапнування і лісовідновлення: великі вирубки і недоцільне відновлення лісів можуть підвищити їхню вразливість до пожеж.

Дослідження цих причин і чинників важливе для розуміння динаміки лісових пожеж і розроблення стратегій їх запобігання та управління ними. З огляду на глобальне зростання кількості та інтенсивності лісових пожеж, дана тема залишається актуальною і критично важливою для збереження лісових екосистем і пом'якшення кліматичних та екологічних наслідків.

Вплив лісових пожеж на біорізноманіття та природні ресурси – важливе питання, оскільки ліси відіграють важливу роль у збереженні біорізноманіття та забезпеченні природними ресурсами. Варто розглянути цей вплив більш детально:

1) втрата біорізноманіття: ліси є домівкою для мільярдів видів рослин, тварин і мікроорганізмів. Лісові пожежі можуть призвести до руйнування і втрати природного середовища існування багатьох видів, що призведе до їх зникнення;

2) руйнування екосистем: лісові пожежі змінюють структуру та видовий склад лісів, що призводить до порушення природного балансу екосистем;

3) забруднення водойм: лісові пожежі призводять до забруднення річок і озер пожежними рештками та забруднювальними речовинами, що негативно позначається на водних ресурсах і водній біоті;

4) викиди парникових газів: лісові пожежі призводять до викиду великої кількості CO<sub>2</sub> та інших парникових газів, які впливають на глобальний клімат;

5) підвищений ризик ерозії та повеней: відсутність лісового покриву після лісових пожеж збільшує ризик ерозії ґрунту та повеней, що негативно позначається на сільському господарстві та водних ресурсах;

б) загроза водопостачанню: ліси відіграють важливу роль у збереженні водних ресурсів. Втрата лісового покриву внаслідок пожежі збільшує ризик нестачі води.

Ці наслідки лісових пожеж становлять серйозну загрозу для біорізноманіття та природних ресурсів. Ефективне управління лісами, виявлення та запобігання пожежам, відновлення зруйнованих екосистем –

ключові питання охорони лісових ресурсів і забезпечення сталого розвитку природи та суспільства.

## 1.2 Екологічні наслідки лісових пожеж для клімату та повітряної якості

Екологічний вплив лісових пожеж на клімат і якість повітря вельми значний і чинить глибокий вплив на екосистеми в усьому світі. Нижче перераховані найважливіші аспекти цього впливу:

1) викиди парникових газів: лісові пожежі є одним з основних джерел викидів парникових газів, включно з вуглецем ( $\text{CO}_2$ ), метаном ( $\text{CH}_4$ ) і оксидами азоту ( $\text{NO}_x$ ). Ці гази сприяють виникненню парникового ефекту та глобальному потеплінню. Оскільки ліси є важливими поглиначами вуглецю, викиди  $\text{CO}_2$  внаслідок лісових пожеж особливо значні;

2) зміна кліматичних умов: викиди парникових газів унаслідок лісових пожеж можуть призвести до зміни кліматичних умов, наприклад, до підвищення середньорічної температури та зміни розподілу опадів. Це може вплинути на глобальний клімат;

3) смог і забруднення повітря: лісові пожежі викидають у повітря дим і пил, що призводить до забруднення повітря й утворення смогу. Це може мати негативний вплив на здоров'я людей і якість повітря;

4) посуха і зміна клімату: знищення лісового покриву внаслідок лісових пожеж призводить до збільшення втрат води внаслідок випаровування. Це може посилити посухи і погіршити доступ до водних ресурсів;

5) вплив на водний цикл: вирубка лісів може вплинути на водний цикл, включно з річковими потоками і рівнем ґрунтових вод. Це може вплинути на водні екосистеми і доступ до водних ресурсів.

Ці наслідки лісових пожеж становлять серйозну загрозу для біорізноманіття та природних ресурсів. Ефективне управління лісами,

виявлення та запобігання пожежам, відновлення зруйнованих екосистем – ключові питання охорони лісових ресурсів і забезпечення сталого розвитку природи та суспільства. За останні 10 років в Україні було зафіксовано значну кількість пожеж, і їхня кількість не зменшується. [7]

### 1.3 Наслідки та причини лісових пожеж у світі

На рисунку 1.1 видно поверхня льоду вкривається цим попелом який випадає, принесеними від джерела пожежі. Оскільки поверхня льодовика стає більш темною, то вона сильніше нагрівається і призводить до танення льодовиків. Це наслідки глобальної пожежі, бо не обов'язково це ліс має горіти в близькості до льодовика. Ці маси попелу здатні розлетітися на великі відстані.



Рисунок 1.1 – Фото поверхні льодовика який вкритий попелом

Коли зникає ліс, тоді зникають всі екосистеми які утворюються в цьому лісі. І звичайно якщо ця система унікальна наприклад як Австралійська флора і фауна на (рис.1.2), то втрачаючи Австралійські ліси, ми втрачаємо унікальні види які більш ніде не мешкають. Адже чим більше видів населяє екосистему

тим вона стабільніше. Відповідно якщо види зникають, то стабільність будь-якої екосистеми стає під загрозою і руйнування екосистеми звичайно буде мати глобальні наслідки для людини в тому числі.



Рисунок 1.2 – Ендеміки Австралії

#### 1.4 Причини виникнення пожеж в лісах Амазонії та Парагваї

Якщо розбирати такі причини, то виявиться що на кожній території будуть унікальними для різних територій. Наприклад якщо розглянути причини пожерів в Амазонії, то причина є дуже така тривіальна. Міністр навколишнього середовища Бразилії Рікардо Саллес заявив, що пожежі в Амазонії спричинені

нестачею опадів, вітром і спекою. Однак кліматологи зазначають, що Амазонія відрізняється від сухих чагарникових лісів Каліфорнії та Австралії. Тому, на їхню думку, справжні причини пожеж пов'язані з діяльністю людини. Справа в тому що, сучасний бразильський уряд і уряд суміжних країн дозволяють збільшення пашні за рахунок зведення лісів.



Рисунок 1.3 – Фото пожежі в Амазонії

Найпростіший спосіб звести ліс – це випалити його. Коли такі масштабні палива влаштовують, то дуже часто ці палива виходять із під контролю. Наприклад в 2019 році пожежа яка розпочалася в Парагваї розповсюдилась територією Бразилії, Болівією, Перу, Колумбією, Еквадором та Чилі і вже така масштабна пожежа потребувала втручання міжнародного суспільства. Звичайно потерпілі країни просили про допомогу, їм цю допомогу надавали. Але звичайно причина виникнення цієї повномасштабної пожежі – це людина, бо місцеві люди самі підпали той ліс, а потім не змогли керувати цією пожежею.



## 1.5 Причини виникнення пожеж в лісах Австралії

Справа в тому що сама територія Австралії як материка, 50 тисяч років тому, до того моменту як з'явилася людина на цих територіях була вкрита вологими тропічними лісами на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 – Австралійський континент до появи в ньому людини

Коли людина з'явилася на цих територіях, то поступово ці екосистеми були змінені і врешті решт були перетворені на типовий Австралійський буш який ми звикли бачити.



Рисунок 1.5 – Австралійський буш – наслідок палів та зміни клімату

Які причини? Причин звичайно декілька. Однією із причин безперечно є глобальна зміна клімату в світовому масштабі. Не виключається і той факт що має археологічні дані, які підтверджують що людина також має до цього відношення. Підтверджено що людина випалювала такі прадавні ліси задля своїх потреб: для влаштування житла, сільськогосподарських територій, тощо.

Через це вологий тропічний ліс вже більше ніколи не відновиться, тому що такі ліси тримають вологу. Коли волога випаровується, то вона конденсується у повітрі і випадає в ліс у вигляді дощу. Якщо ліс вирубати, то ця схема порушується і нема кому воду випаровувати, таким чином територія перетворюється напівпустелю, що в Австралії і відбулося. До того ж руйнуються ґрунти і тому відновитися тропічній рослині власне там неможливо, бо вона вже до цього не здатна. Власне це була перша причина – за участю людини.

Друга причина – це те що основна деревна рослинність акації та евкаліпта (рис. 1.6). Справа в тому, що ефірна олія у евкаліптів дуже легко спалахує. Якщо наприклад порівняти температуру спалаху для евкаліптової олії

– 78 С та наприклад температуру спалаху нафти – 222 С, то виявиться що температура спалаху у евкалиптової олії нижче на 144 С ніж нафти.

Якщо уявити що температура повітря влітку вища за 40 С, то температура поверхонь звичайно в рази вище 40 С. Найбільшу загрозу становлять лісові пожежі, швидкість яких може досягати 100 метрів за хвилину. Вогонь необхідно негайно загасити, щоб мінімізувати збитки [8].

Відповідно якщо весь ліс засаджений евкалиптовими деревами, то і не потрібно якихось особливих причин бо евкаліпт здатен самозагорітись за певних умов. Це також була одна із причин, чому так легко можуть загорітись ліси.



Рисунок 1.6 – Евкаліптове дерево

З евкаліптами пов'язана ще одна цікава історія. Справа в тому що евкаліпти дуже активно розповсюджувались і їх насаджували в різних країнах.

Це робили бо евкаліпт дуже швидко росте і має дуже міцну деревину потім цю деревину використовували у будівництві.

Таблиця 1.1 – Основні причини виникнення пожеж в лісах

Каліфорнія	Культивується більше 250 видів евкаліпту, починаючи з 1850 рр.
Португалія, Іспанія, Уругвай	Промислові насадження з 1890–1900 рр.
Італія, Алжир, Ліван	Осушення боліт евкаліптами 1920рр.
Колхіда	Знищення малярійних боліт евкаліптами.

Це робилося з різних причин, по-перше задля деревини, по-друге задля осушення порід які на тих територіях. Але якщо ми розкладемо цю карту розповсюдження посадок евкаліптових лісів на карту виникнення пожеж, то ми одержимо дуже цікаве співпадіння, що пожежі відбувається постійно якщо ці ліси евкаліптові.

Евкаліпт – це дуже легкозаймиста деревина і вона підтримує вогонь, тому пожежі такі повномасштабні.

В Каліфорнії зараз повідомляють, що почали зведення цих евкаліптових лісів бо вони нічого не можуть вдіяти із повномасштабними пожежами.

Важливо зазначити що джерелом виникнення будь-якої пожежі є також горючі матеріали та окиснювачі. Крім того, всі речовини повинні бути біологічно розкладаними перед початком спалювання. Лісові пожежі використовують окислювач, кисень повітря через його велику кількість на відкритих просторах [9].

## 1.6 Причина пожеж в Австралії кінець 2019 початок 2020 року

Ми бачимо що ліс з евкаліпту горів в цьому році і багато років тому. Власне для евкаліптів загорітись ніяких проблем немає, бо вони дуже швидко відновлюються після пожежі. Звісно інші види дерев гинуть, а от з евкаліптовим деревом нічого глобального не трапляється. Є ще одне дуже цінне дерево Секвойя на рисунку 1.7, яке розповсюджене у США, яке без пожежі взагалі не розмножується. З'ясували що у Секвойї дуже дрібне насіння (рис. 1.8) і коли ґрунт під деревом вкритий щільною лісовою підстилкою, то насіння просто не може дістатися того ґрунту для того щоб прорости. Тому потрібно щоб підстилка ґрунту вигоріла, тому пожари таким чином сприяють розповсюдження цих дерев.

Тобто ми маємо таку ситуацію: людина змінила екосистему, розповсюдила види рослин такі як евкаліпт на не типові для них території і активно проводила господарську діяльність яка також сприяє виникненню пожеж.



Рисунок 1.7 – Дерево Секвойя



Рисунок 1.8 – Насіння дерева Секвойя

Причина пожеж ( Австралія): період кінець 2019 початок 2020 року.

Австралійці знали про особливості евкаліптових лісів тому регулярно проводили розчистку цих лісів. А саме прибирали сухе листя, вирубували гілля, хмиз, вивозили сухі дерева саме для того щоб запобігти розповсюдження пожежі і також використовували профілактичні пали. Тобто контрольовано підпалювали ділянки лісової підстилки для того щоб вона вигоріла і таким

чином звільнила ґрунт від легкозаймистого хмизу, для того щоб він сам не контролювано не загорівся.

У нас зараз розповсюджені зелені екологічні течії і на жаль прихильники цих екологічних течій не завжди є грамотними спеціалістами з екології, вони не завжди є фахівцями. Така політика контрольованих палів не влаштувала екоактивістів, вони підняли величезний хайп з цього приводу. Вони виступали з лозунгами що це не природньо, це втручання в екосистему і що не можна цього робити. Тому у відповідь змушені були піти на такі міри як: зменшення або припинення на певних площах цих контрольованих палів, в результаті пожежна служба втратила спеціалістів які лишилися без роботи, тому що власне контрольовані палива їм не дозволяли робити.

Оскільки було зменшене фінансування, зменшений штат працівників то коли все ж таки накопичилась велика кількість легкозаймистого матеріалу в лісі, а саме лісової підстилки і кори з евкаліптів яка дуже легко відпадає величезними шматками і потім дуже легко загоряється. Коли ліс все ж таки спалахнув, то не вистачило грамотних ресурсів для боротьби з цим вогнем. Не вистачало техніки та спеціалістів тому що кілька років перед цим ця система взагалі ніяк не фінансувалась. Вже потім з'явився волонтерський рух який допомагав пожежникам. Але сенс цієї ситуації такий – не правильний підхід до ситуації, хвиля хайпу екоактивістів вона сприяла до виникнення цієї повномасштабної пожежі яка виникла в Австралії.

### 1.7 Природні та соціальні аспекти лісових пожеж

Лісові пожежі мають комплексний вплив на природні та соціальні аспекти.

Нижче наведено найважливіші природні аспекти:

1. Втрата біорізноманіття: ліси є місцем проживання багатьох видів рослин і тварин. Лісові пожежі призводять до зникнення видів і руйнування екосистем, що веде до втрати біорізноманіття.

2. Зміни в розподілі видів: пожежі можуть спричинити зміни в розподілі видів та їхньому складі в лісах, що впливає на баланс екосистеми.

3. Викиди парникових газів: лісові пожежі виділяють велику кількість CO<sub>2</sub> та інших парникових газів, сприяючи глобальному потеплінню.

4. Зміна гідрологічного режиму: знищення лісового покриву може вплинути на гідрологічний цикл і стік води з лісів, що призводить до посух і зміни стану річок та озер.

Соціальні аспекти:

–втрата житла та інфраструктури: лісові пожежі можуть знищити житло та інфраструктуру, що призводить до евакуації людей та значних матеріальних збитків;

–небезпека для здоров'я: дим і забруднення повітря, пов'язані з лісовими пожежами, можуть негативно впливати на здоров'я людини, особливо на органи дихання. За статистикою, дим від лісових пожеж знищує 339 тисяч людей на один рік у всьому світі. Кількість нападів астми збільшилося в десять разів. Дим містить чадний газ, завдає великою шкоди серцево-судинній системі [10]. Крім того, екотоксиканти викликають кисневу недостатність, знижують імунну систему, руйнують функції організму та підвищують ризик розвитку хронічних респіраторних захворювань, особливо астми та хронічної обструктивної хвороби легень (ХОЗЛ) [11];

Економічні наслідки:

–пожежі можуть призвести до втрат у сільському господарстві, туризмі та інших галузях економіки;

–забруднення води: лісові пожежі можуть забруднювати водні джерела, що позначається на водопостачанні та якості води;



–соціальна нестабільність: лісові пожежі можуть спричинити соціальну нестабільність, особливо в населених пунктах, що залежать від лісових ресурсів.

Врахування природних і соціальних аспектів лісових пожеж має вирішальне значення для розроблення стратегій запобігання пожежам та управління ними, спрямованих на підтримку і захист спільнот, вразливих перед цією загрозою.

### 1.8 Взаємозв'язок між лісовими екосистемами та пожежами

Взаємозв'язок між лісовими екосистемами та вогнем є складним і важливим для розуміння динаміки лісових пожеж. Ліси є вразливими перед цим небезпечним природним явищем і водночас можуть впливати на виникнення та поширення пожежі. Важливими аспектами цього взаємозв'язку є такі:

1. паливо для пожеж: лісові екосистеми слугують паливом для лісових пожеж. Опале листя, мертва трава, гілки та деревина можуть стати причиною пожеж, особливо в періоди посухи;

2. екологічна адаптація: деякі види рослин і дерев пристосовані до впливу вогню, наприклад, відкривають після пожежі вогнестійкі кулясті плоди, щоб засіяти ними нові дерева;

3. регулювання вогню: деякі типи лісів та екосистем мають природні механізми контролю вогню, як-от природні бар'єри та спеціалізовані види, що протистоять вогнестійким рослинам;

4. водний режим: лісові екосистеми впливають на гідрологічний цикл і водний режим. Коли ліси знищуються вогнем, рівень води в річках і озерах може змінитися;

5. викиди парникових газів: лісові пожежі призводять до масових викидів CO<sub>2</sub> та інших парникових газів, які впливають на глобальний клімат. Водночас ліси відіграють важливу роль у зв'язуванні вуглецю;

6. грози для біорізноманіття: пожежі можуть загрожувати біорізноманіттю, особливо в таких спеціалізованих і вразливих екосистемах, як тропічні дощові ліси.

З огляду на цей взаємозв'язок, розуміння лісових екологічних та екосистемних процесів може допомогти в розробці стратегій щодо запобігання пожежам, управління ними та відновлення після пожеж. Збереження лісових екосистем і управління ними відіграють важливу роль у збалансованому підході до запобігання лісовим пожежам і збереження біорізноманіття та клімату.

Лісові пожежі призводять до серйозної втрати біорізноманіття та руйнування природних об'єктів. Вплив на природні об'єкти та біорізноманіття залежить від інтенсивності та масштабу пожежі й конкретної екосистеми. Нижче перелічено основні аспекти цього впливу:

1. втрата рослинного покриву: лісові пожежі знищують рослинний покрив, включно з деревами, чагарниками і трав'янистою рослинністю. Це може призвести до зникнення деяких видів і зміни складу рослин;

2. втрата середовища існування тварин: лісові пожежі випалюють житла і місця годування багатьох видів тварин. Втрата середовища проживання призводить до того, що багато видів втрачають свої домівки і вимирають;

3. руйнування гнізд і пошкодження легенів: пожежі знищують гнізда птахів і легені рептилій, що призводить до скорочення популяцій цих видів;

4. вплив на водні екосистеми: скидання попелу та інших забруднювальних речовин у водні ресурси може вплинути на водні екосистеми та рибальство;

5. втрата природних ландшафтів: лісові пожежі можуть знищити природні об'єкти, що становлять велику цінність для природної історії та відпочинку, такі як гірські вершини, водоспади і глибокі каньйони;

б. зміна біорізноманіття: лісові пожежі можуть призвести до зміни біорізноманіття, включно зі зміною видового складу та структури екосистем.

Руйнування природних об'єктів і втрата біорізноманіття є серйозними наслідками лісових пожеж. Крім того, ці втрати мають важливі наслідки для екологічної стійкості та естетичної цінності природних ландшафтів. Тому запобігання лісовим пожежам та ефективне управління їхніми наслідками є важливим завданням для збереження біорізноманіття та природних ландшафтів.

### 1.9 Заходи щодо запобігання виникнення та гасіння лісових пожеж

Прогнозування пожеж. В основі цього лежать погодні дані та результати. З основних таксаційних показників виділяються стенди з оцінкою ступеня пожежної небезпеки.

Визначення характеристик виникнення в них пожеж це найдешевший, найбільш ефективний підхід до прогнозування виникнення пожеж у лісах, більш швидкому виявленню і своєчасному гасінню. Але через особливості окремих об'єктів і факторів, що визначають ймовірність виникнення пожежі (різні ризики природних пожеж, антропогенні фактори і т. д.), дуже складно ефективно використовувати загальну шкалу.

Об'єднати всі деталі і точно оцінити клас пожежної небезпеки. Для оцінки ризику виникнення пожеж відповідно до глобальних погодних умов використовуються різні системи.

На додаток до створення системи обмеження поширення вогню протипожежної смуги і мінералізованої смуги необхідно впровадити систему заходів щодо підвищення вогнестійкості лісів шляхом їх регулювання.

Конфігурування, своєчасні санітарні рубки, розчищення лісозаготівельних майданчиків від порубкових залишків та вивезення лісового сміття, а також створення мережі лісових доріг та протипожежних резервуарів.

Відповідальний за організацію та керівництво роботами з гасіння лісових пожеж завжди працівник лісового господарства або начальник лісопожежної служби. З усім приладдям вони повинні прибути для гасіння пожежі.

У розпорядження керівника надається вогнегасник. Для проведення якісної розвідки пожежі, керівник гасіння призначає помічників, керівників команд, груп, які здійснюють роботи на окремих ділянках [13].

При локалізації лісової пожежі виділяють наступні елементи:

– фронт пожежі – сторона найбільшого поступального руху вогню в напрямку вітру;

– фланги пожежі – бокові сторони по відношенню до основного напрямку вогню;

– тил пожежі – сторона розташована проти вітру.

Для гасіння лісових пожеж застосовують такі способи та технічні засоби:

– збивання вогню по кромці пожежі;

– засипання кромки пожежі ґрунтом;

– прокладання загороджувальних та опорних мінералізованих смуг і канав;

– відпалювання горючих матеріалів перед фронтом пожежі;

– гасіння водою та вогнегасними розчинами; гасіння із застосуванням авіації [12, 13].

Для гасіння слабких весняних низових пожеж під пологом лісу потрібно оточити пожежу навкруги, а в разі недостатності сил – одна бригада повинна стримувати та гасити фронт пожежі, а інші, починаючи з тилу, охоплюють пожежу із флангів, просуваючись до фронту. Локалізація пожежі зазвичай проводиться захльостуванням вогню на кромці гіллям, засипанням його ґрунтом, або обробленням кромки хімікатами [14].

При проведенні гасінні ґрунтово-торф'яних пожеж в першу чергу потрібно провести їх оборювання або обкопування, та безперервне подавання потужними струменем води за допомогою насосних установок. Через повільне

поширення пожежі послідовність оброблення її тактичних частин значення не має [15, 16].

Технічні методи пожежогасіння застосовуються для гасіння пожеж на кам'янистих ґрунтах. Для цього потрібно обробити край вогню водою. Використати лісові вогнегасники та змочувальні речовини з пожежних бочок. Під час гасіння пожеж у горах потрібно мати хороші транспортні засоби для доставки води. Насамперед це автомобілі підвищеної прохідності, гелікоптери, які споряджені водозливними пристроями або м'якими ємкостями та літаки [17].

Під час пожежі в гірських лісах, керівнику гасіння пожежі потрібно скласти план зупинення пожежі, в якому йому необхідно враховувати:

- характер поширення пожежі по рельєфу і її головний напрямок;
- ступінь пожежної небезпеки ділянок, що оточують пожежу;
- швидкість поширення пожежі і її коливання під впливом умов, що змінюються.

Гасіння пожеж у лісах, які зазнали радіоактивного забруднення ґрунту ізотопами набагато небезпечніша, чим просто лісова пожежа, як для робітників з ліквідації пожежі, так і суспільства, яке знаходиться далеко від осередку пожежі. Це зумовлено тим, що наслідки пожежі і так небезпечні для життя та здоров'я людей, а тут додається ще й негативний радіоактивний вплив. Під час згорання лісової рослинності, яка виросла на забрудненому ґрунті, в атмосферне повітря разом із золою піднімаються радіоактивні пилові частинки, які переносяться на великі відстані. Зазвичай гасіння таких пожеж здійснюється звичайними тактичними прийомами та способами, але обов'язково потрібно вжити додаткові заходи щодо захисту працівників відповідно до правил охорони праці в умовах радіоактивного забруднення [18].

## 1.10 Викиди парникових газів і їх наслідки для клімату

Лісові пожежі виділяють велику кількість парникових газів і суттєво впливають на клімат. Основними парниковими газами, що виділяються під час лісових пожеж, є вуглець ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) та оксиди азоту ( $\text{NO}_x$ ). Вплив на клімат проявляється в таких аспектах:

1. збільшення концентрації  $\text{CO}_2$ : лісові пожежі роблять значний внесок у викиди  $\text{CO}_2$ , оскільки лісові дерева та рослинність містять велику кількість вуглецю. Під час виникнення лісових пожеж цей вуглець викидається в атмосферу, збільшуючи концентрацію  $\text{CO}_2$ ;

1. зміна парникового ефекту: при збільшенні концентрації  $\text{CO}_2$  та інших парникових газів посилюється парниковий ефект. У результаті збільшується перенесення тепла з поверхні Землі, що призводить до глобального потепління і зміни клімату. Дерев та рослини, якими ми їх знаємо сьогодні, виконують важливу функцію поглинання вуглекислого газу та виділення кисню. Коли дерева вирубуються, вуглекислий газ викидається в атмосферу, ускладнюючи проблему глобального потепління [19];

2. вплив на місцеві кліматичні умови: лісові пожежі здатні впливати на місцеві кліматичні умови, такі як розподіл опадів і температури. Це може вплинути на сільське господарство та водні ресурси;

3. погіршення якості повітря: пожежі можуть викидати в повітря дим і пил, що впливає на якість повітря і здоров'я людей;

4. зміна альбедо: втрата лісу після пожежі призводить до зміни альбедо (відбивної здатності поверхні). Це впливає на поглинання сонячної радіації та теплообмін.

Усі ці наслідки великих лісових пожеж мають далекосяжні наслідки для клімату та глобальних екосистем. Крім того, з огляду на важливу роль лісів у зв'язуванні вуглецю та забезпеченні стійкості клімату, втрата лісових ресурсів

унаслідок лісових пожеж становить серйозну загрозу для глобального клімату та екосистем.

Таблиця 1.2 – Головні джерела викидів парникових газів

Джерело викидів	Парникові гази	Наслідки для клімату
Промисловість	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, інші гази	Глобальне потепління, зміни в рівні концентрації газів
Транспорт	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Забруднення повітря, зміни клімату внаслідок викидів транспорту
Сільське господарство	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub>	Підвищення температури поверхні, зміни в балансі газів
Споживчий сектор	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, інші гази	Зміни в споживчому споживанні та поведінці, включаючи відходи та енергоспоживання
Лісові пожежі	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , інші гази	Збільшення концентрації CO <sub>2</sub> , зміни в кліматичних умовах, втрата біорізноманіття

Ця таблиця надає загальний огляд деяких головних джерел викидів парникових газів та їх можливих наслідків для клімату.

### 1.11 Соціальні наслідки лісових пожеж та їхній вплив на місцеве населення

Вплив лісових пожеж на людину та соціальну сферу значний і може мати серйозні наслідки. Нижче перелічено деякі аспекти такого впливу:

1. евакуація та загроза життю: великі лісові пожежі призводять до евакуації людей і загрози їхньому життю. Люди можуть втратити свої будинки та майно через пожежі;

2. здоров'я та якість повітря: дим і забруднення повітря, пов'язані з лісовими пожежами, можуть негативно впливати на здоров'я людей, особливо на дихальну систему. Люди, які живуть поблизу місць пожеж, можуть зіткнутися з проблемами зі здоров'ям;

3. втрата робочих місць і доходів: у лісовому господарстві зайняті тисячі людей, і лісові пожежі можуть призвести до втрати робочих місць і доходів. Особливо сильно це позначається на населенні, яке залежить від лісових ресурсів;

4. економічні втрати: лісові пожежі можуть призвести до серйозних економічних втрат, включно з втратами в сільському господарстві, туризмі та інших галузях. Це також позначається на державних бюджетах, що витрачаються на гасіння пожеж і відновлення пошкодженої інфраструктури;

5. психологічні стани і стрес: люди, які пережили лісові пожежі, можуть відчувати психологічний стрес і травми. Втрата майна і будинків може негативно позначитися на психічному здоров'ї;

6. соціальна нестабільність: великі лісові пожежі можуть спричинити соціальну нестабільність у місцевих громадах, особливо в тих, які вже є вразливими перед екологічними та економічними загрозами.

Крім того, ліси є важливим соціальним і рекреаційним активом для багатьох людей, і втрати від пожеж впливають на якість їхнього життя та загальний добробут. Запобігання лісовим пожежам та ефективне управління їхніми наслідками є важливим для захисту людей і спільнот, вразливих перед цим стихійним лихом.

Соціальні наслідки лісових пожеж вельми серйозні і можуть зачіпати місцеве населення на різних рівнях. Деякі з них включають:

1. евакуація і втрата майна: лісові пожежі можуть призвести до евакуації населення і знищення майна. Це включає в себе руйнування будинків,



сільськогосподарського обладнання та інфраструктури. Жителі можуть втратити свої домівки та майно, а також тимчасово або назавжди залишитися без даху над головою;

2. загроза життю та здоров'ю: дим від лісових пожеж містить шкідливі для здоров'я людини речовини, такі як сірководень і зола. Тривалий вплив диму може спричинити низку захворювань дихальних шляхів;

3. психологічні наслідки: лісові пожежі можуть бути пов'язані зі стресом, тривогою та психологічними проблемами для населення, особливо для тих, хто втратив житло або постраждав унаслідок пожеж;

4. економічні втрати: місцеве населення, особливо фермерські господарства та підприємства, може зазнати серйозних економічних збитків через знищення врожаю, майна та інфраструктури;

5. підвищений ризик стихійних лих: лісові пожежі можуть підвищити ризик стихійних лих, таких як повені та зсуви, що може загрожувати безпеці населення;

6. втрата врожаю та засобів до існування: лісові пожежі впливають на сільське господарство та рибальство, знищуючи рибні господарства та сільськогосподарські угіддя;

7. соціальна дезінтеграція: лісові пожежі спричиняють відчуття втрати громади та можуть призвести до соціальної дезінтеграції внаслідок розпаду сімей та громад.

Для управління соціальними наслідками лісових пожеж важливо реагувати на надзвичайні ситуації, надавати психологічну підтримку постраждалому населенню та розробляти плани відновлення й адаптації до можливих майбутніх пожеж. Врахування соціальних аспектів є важливою частиною будь-якої стратегії управління лісовими пожежами.

## 1.12 Небезпечні наслідки лісових пожеж на території ЧАЕС

Ще одним згубним фактором лісових пожеж є викид радіоактивних речовин із лісів [20]. У зоні відчуження Чорнобильської аварії пожежі є серйозною загрозою. На площі радіоактивного забруднення, яка охоплює 73 райони в 12 областях України, проживає близько 2,3 мільйона осіб, включно з майже півмільйона дітей. Спеціальне лісогосподарське підприємство «Чорнобиль ліс» було створено 1993 року після великої пожежі 1992 року, щоб управляти лісовими екосистемами в зоні відчуження.

З 1993 до 2018 року було зафіксовано 1566 пожеж на території зони відчуження, які охопили 20,7 тис. га радіоактивно забруднених площ. У 2018 році було зареєстровано 35 пожеж на площі 167,23 га. Середня площа однієї пожежі становить 4,78 га, що в 4,3 рази більше, ніж за межами зони відчуження.

Дані про площі потенційних лісових пожеж у регіонах України, забруднених чорнобильськими радіонуклідами наведено у Додатку А.

Пожежі в забруднених техногенними радіонуклідами лісах становлять серйозну небезпеку вторинного забруднення повітря радіоактивними частинками. Масштаби лісових пожеж впливають на радіаційну обстановку на чистих територіях і загрожують місцевому населенню. Радіаційний дим, що утворюється під час пожежі, піднімається на значну висоту і переноситься на велику відстань. Час життя радіаційного диму в тропосфері – менш як тиждень у нижній тропосфері та приблизно місяць у верхній тропосфері, а в стратосфері може сягати 1-3 років. У результаті осідають радіоактивні продукти згоряння, що завдає шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю населення.

Після Чорнобильської катастрофи проведено безліч досліджень щодо впливу радіоактивних аерозолів на навколишнє середовище під час лісових пожеж. Параметри, що визначають потрапляння радіонуклідів в атмосферу, не повністю вивчені. Ліси відіграють важливу роль у запобіганні поширенню

радіоактивного забруднення. Рослини в лісі виконують безліч функцій, включно з фіксацією сонячної енергії, створенням середовища для біорізноманіття та регулюванням клімату. Радіонукліди можуть накопичуватися в рослинній біомасі та вивільнятися після розкладання. Аналіз даних показує, що кількість радіонуклідів, що фіксуються в біомасі, співвідноситься з річковим виносом. Рослинний покрив також запобігає підйому пилу та забрудненню атмосфери. Загалом, дослідження щодо впливу радіоактивних аерозолів під час лісових пожеж тривають, оскільки необхідно отримати більш точні дані для оцінки та контролю радіаційного впливу на навколишнє середовище.

Під час пожеж у зоні Чорнобильської АЕС, бар'єр, що запобігає розповсюдженню радіоактивних речовин, руйнується, і разом із димом і частинками золи в атмосфері потрапляють радіоактивні речовини. Однак, ідея про радіоактивні хмари, що виникають внаслідок пожеж, не підтвердилася спостереженнями. Найбільше збільшення концентрації радіоактивних аерозолів відмічалось біля самого вогню, в той час як на відстані кількох кілометрів радіаційний стан був у межах сезонних показників. Тому під час пожеж у 2015 і 2018 роках не проводилася евакуація персоналу Чорнобильської АЕС і підприємств зони відчуження, але обмеження були введені на відвідування території зони. Особовий склад, задіяний у гасінні пожеж, використовував засоби індивідуального захисту [21].

У довгостроковій перспективі лісові пожежі є основним фактором, що значно інтенсифікує процес міграції. Після лісових пожеж 60-80% радіоцезію переходить до мінеральної частини ґрунту. За нормальних умов ця величина становить 20-40%. При знищенні деревостанів і руйнуванні лісової підстилки радіоактивний матеріал переміщується на великі відстані з пилом.

Тому моніторинг та аналіз радіаційної ситуації на територіях, що постраждали від природних пожеж, є необхідною складовою екологічних досліджень.

Оскільки великі пожежі підвищують рівень радіації та радіаційну небезпеку, впровадження запобіжних заходів, спрямованих на попередження пожеж, є необхідною умовою ефективного захисту лісів у зонах відчуження.

Основними з них є раннє виявлення пожеж та ефективна організація пожежної охорони в зоні відчуження.

Створення штучних або природних бар'єрів на шляху вогню; 4 квітня 2020 року супутники NASA зафіксували кілька великих пожеж у Чорнобильській зоні відчуження та поблизу неї наведено у Додатку Б.

На ймовірність переростання низових пожеж у верхові впливають запаси лісу і горючих матеріалів та санітарний стан насаджень, ймовірність і просторовий розподіл пожеж, а також ймовірність переростання низових пожеж у верхові пожежі.

Впливає на санітарний стан насаджень, пожежний потенціал та його просторовий розподіл, а також структура лісового фонду. Ці два фактори визначають природну пожежну небезпеку лісу.

Небезпечні фактори лісу. У зонах відчуження пожежі не тільки загострюють радіологічно-екологічну ситуацію, але й підвищують лісову небезпеку.

Природні пожежі в лісах. Це також збільшує ризик поширення вогню на значні території та знищення великих матеріальних цінностей. Це також створює сприятливі умови для розмноження вторинних шкідників. Тому підтримка території в належному стані протипожежного захисту та швидка ліквідація пожеж є найважливішими факторами.

Загалом швидка ліквідація пожеж є найважливішим фактором для загальної безпеки земель заборонених зон.

В умовах недостатнього фінансування потреб лісового господарства в зоні відчуження радіаційне забруднення не може бути віднесено до категорії стихійних лих. Радіаційне забруднення не є обґрунтованим для включення його до категорії стихійних лих. Включення його до категорії стихійних лих не є виправданим. Такий підхід не дозволяє зосередити увагу на лісових ділянках з

найвищою пожежною небезпекою з точки зору як запобігання (обмеження), так і гасіння пожеж. З іншого боку клас добре відображає підвищений ризик опромінення від радіаційних пожеж.

Насадження, які не розчищалися і не доглядалися, а тому більш схильні до радіаційного опромінення. У насадженнях у заборонених зонах постійно відбуваються негативні процеси через відсутність рубок і догляду. Накопичилася велика кількість ослаблених (8-23%) і загиблих (10-37%) дерев.

Відбувається накопичення дерев і погіршення комунальної структури насаджень, що призводить до посилення внутрішньовидової конкуренції.

Внутрішньовидова конкуренція посилюється і призводить до стагнації росту дерев. Подальші сценарії розвитку насаджень з високим рівнем пожежної небезпеки залежать від таких факторів: як кліматичні умови, ймовірність спалахів комах, розвиток лісу та високий ризик лісових пожеж.

Найгірший сценарій – швидке падіння дерев через природні фактори (наприклад, вітер, сніг, ожеледь, рубки, лісозаготівлі). Санітарний стан лісу значно погіршується, а ризик виникнення пожеж зростає.

Найбільші площі лісів, забруднених радіоактивними речовинами внаслідок аварії на ЧАЕС, розташовані в Житомирській (974,3 тис. га), Рівненській (728,8 тис. га), Чернігівській (725,5 тис. га) та Київській (416,4 тис. га) областях.

У Черкаській, Вінницькій, Волинській, Сумській та Хмельницькій областях площа лісів, забруднених  $^{137}\text{Cs}$ , становила 10-20% від фонові площі лісів. Після аварії ситуація з лісовими пожежами на забруднених територіях погіршилася, а кількість лісових пожеж зросла в 1,5-2 рази. Цьому сприяла сукупність фінансових, соціальних, організаційних, лісгосподарських та екологічних факторів:

1. зменшення фінансування охорони лісів від пожеж та скорочення протипожежних заходів;

2. погіршення соціально-економічних умов призвело до збільшення кількості та інтенсивності відвідування населенням лісів з метою збору в них продуктів харчування (грибів, ягід, лікарської сировини);

3. повне або часткове припинення догляду та охорони лісів через радіоактивне забруднення, збільшення площі лісових насаджень та погіршення протипожежного стану лісів.

Легкозаймистий матеріал, що утворюється з відмерлих органів деревини і відкладається на лісовій підстилці, мертві дерева, що впали на землю, і відносно сухий шар над лісовою підстилкою є потенційною паливною масою для низових пожеж. У багатьох насадженнях поривчастий вітер може спричинити накопичення мертвої деревини (до 15-20% дерев) на корінні, створюючи умови для переходу від низової до лісової пожежі. А саме:

- 1) створюються умови для переходу низової пожежі у верхову;
- 2) скорочення персоналу, який займається охороною лісів від пожеж;
- 3) збільшується площа пожежонебезпечних лісових і нелісових земель на радіоактивно забруднених територіях (наприклад, колишні сільськогосподарські угіддя, невикористовувані сільськогосподарські землі).

Старі сільськогосподарські угіддя є джерелом пожежної небезпеки протягом усього пожежонебезпечного періоду, оскільки суха трава може підпалюватися людьми та транспортними засобами поблизу доріг, звідки вогонь може перекинутися на сусідні лісові масиви.

В результаті проходження радіоактивного диму над населеними пунктами, мешканці піддаються наступним радіаційним небезпекам:

- 1) зовнішнє гамма-випромінювання від димового шлейфу;
- 2) зовнішнє гамма-випромінювання від нуклідів, що осідають на поверхні навколишнього середовища з димових шлейфів;
- 3) внутрішнє опромінення від вдихання радіоактивних частинок із Землі;
- 4) внутрішнє опромінення від вдихання радіоактивних частинок з радіаційного поля Землі, що надходять з димових шлейфів;
- 5) внутрішнє опромінення від вдихання радіоактивних частинок попелу;

б) внутрішнє опромінення внаслідок надходження радіонуклідів в організм людини;

7) внутрішнє опромінення внаслідок надходження радіонуклідів в організм людини з їжею.

Останній фактор можна усунути шляхом забезпечення населення чистими продуктами. Основним фактором, що визначає подальші радіологічні ефекти та їх потенціал під час лісових пожеж, є інгаляційне надходження  $^{137}\text{Cs}$  [22].

Таблиця 1.3 – Дані про середній індивідуальний та радіологічний ризик населення під час пожеж у лісах, забруднених радіонуклідами.

Область	Територія, тис. км <sup>2</sup>	Середній індивідуальний радіаційний ризик, 10-6 рік-1 за віддалі від місця лісової пожежі, км				
		5,0	10	15	20	25
Вінницька	20,2	0,3	0,1	0,05	0,002	–
Волинська	26,5	2,7	1,2	0,6	–	–
Житомирська	29,9	7,3	5,7	3,2	1,9	0,3
Київська	28,1	6,1	4,3	2,7	1,5	0,1
Рівненська	20,1	4,4	2,6	1,3	0,4	0,5
Сумська	23,8	0,4	0,1	0,01	–	–
Чернігівська	31,9	5,5	3,2	1,9	1,0	0,09
Черкаська	20,9	3,1	1,3	0,8	–	–
Хмельницька	20,6	0,01	–	–	–	–

У таблиці 1.3 наведено середні та індивідуальні ризики від лісових пожеж у різних регіонах України, розраховані залежно від відстані від джерела пожежі.

У зонах відчуження є різні ресурси для забезпечення пожежної безпеки в лісах.

Радіаційний моніторинг ситуації здійснюється 13 наземними станціями моніторингу повітря Державного підприємства «Екоцентр» та мобільними установками для відбору проб повітря в районах гасіння пожеж. Досвід гасіння пожеж у 2018 році показав, що наявних ресурсів достатньо для забезпечення радіаційного та дозиметричного контролю відповідних підрозділів ДСНС з-за меж зони відчуження.

Великі пожежі в зонах відчуження не є унікальним явищем; вони мають високу ймовірність повторення у разі настання критичних погодних умов, як це було у 1992 та 2015 роках. Території, на яких виникають пожежі, визначаються як погодними умовами, так і ефективністю роботи пожежних підрозділів.

Лісові пожежі. У сучасних умовах лісові пожежі є невід'ємною частиною екологічної ситуації в зонах відчуження. Нинішні процедури реагування на лісові пожежі перебувають на стадії перегляду.

Формується нова інфраструктура управління зоною на основі сучасних технологій (ГІС, дистанційне керування, безпілотні літальні апарати). Закуповується нове обладнання. За участю експертів та науковців розробляються нові нормативно-правові акти на основі міжнародного досвіду. Також проводяться регулярні навчання [23, 24].

Результати пожеж мають наукову та природоохоронну цінність: навіть після пожеж 2015 року на території заповідної зони залишилися великі згарища. Деякі згарища були розчищені та заліснені ДП «Північна Пуща» протягом наступних років після пожежі, але більшість так і залишилася незабудованою. Загалом, на згарищах у Чорнобильському регіоні відбувається природне відновлення лісів.



Випалювання після масових пожеж на заповідній території є перспективним полігоном для досліджень з відновлення біорізноманіття та лісорозведення на радіоактивно забруднених землях.

Таблиця 1.4 – Загальна оцінка забруднення ґрунтів лісовими пожежами

Назва речовини	Одиниці виміру	Концентрація (С)	Сфон	С/Сфон	Коефіцієнт, який враховує клас небезпеки	ІНМ Поелементний індекс забруднення ґрунтів важкими металами
До лісової пожежі						
Марганець (Mn)	мг/кг	580	734	0,79	2	1,58
Мідь (Cu)	мг/кг	8,5	19,3	0,44	3	1,32
Цинк (Zn)	мг/кг	30	53	0,57	4	2,26
Нікель (Ni)	мг/кг	9,8	25	0,39	3	1,18
Хром (Cr)	мг/кг	8,5	51	0,17	3	0,50
Свинець (Pb)	мг/кг	17	10	1,70	4	6,80
IS						13,64
Після лісової пожежі						
Марганець (Mn)	мг/кг	1300	734	1,77	2	3,54
Мідь (Cu)	мг/кг	29	19,3	1,50	3	4,51
Цинк (Zn)	мг/кг	86	53	1,62	4	6,49
Нікель (Ni)	мг/кг	16	25	0,64	3	1,92
Хром (Cr)	мг/кг	13	51	0,25	3	0,76
Свинець (Pb)	мг/кг	28	10	2,80	4	11,20
IS						28,43

Для визначення впливу лісових пожеж на забруднення ґрунту важкими металами було відібрано зразки ґрунту до та після пожежі. Вміст важких металів визначали методом полум'яної атомно-абсорбційної спектрофотометрії на приладі Hitachi Z-8000. Результати індексу забруднення ґрунту важкими металами наведено в таблиці 1.4.

Згідно з розрахунками, рівень забруднення ґрунтів за загальним індексом забруднення ґрунтів важкими металами (IS) відповідає 3 класу (задовільний стан) до лісових пожеж і 5 класу (дуже поганий стан) після пожеж.

Згідно з рангуванням важких металів за елементним індексом забруднення ґрунтів важкими металами (ІНМ), найбільш небезпечним є вміст у ґрунті свинцю наведено у Додатку В.

Учені виявили, що важкі метали спричиняють пошкодження ДНК/Токсичність важких металів спричиняє хромосомні аберації. Концентрація важких металів і ступінь їхнього окислення суттєво впливають на генотоксичну відповідь рослин, знижуючи вміст у них хлорофілу [25].

Слід зазначити, що потрапляння важких металів у підземні води дуже небезпечно для питних цілей. З поверхневим стоком важкі метали потрапляють у водойми, що призводить до деградації водних екосистем.

Ліси відіграють найважливішу роль у формуванні річкового стоку. Лісові пожежі особливо небезпечні в літні місяці, оскільки вони не тільки знищують великі площі лісу, а й витрачають поверхневі води на їх гасіння. З одного боку, ймовірність виникнення пожеж у цю пору року вища, а з іншого – забір води і стік забруднених вод унаслідок гасіння пожеж у період літнього маловоддя чинять негативний вплив на річкові екосистеми.

Ліси виконують такі функції у формуванні річкового стоку:

1) ліси перехоплюють атмосферні опади і використовують частину води для життєзабезпечення лісу (транспірація, живлення коренів тощо), частину – для поповнення підземних вод, одночасно контролюючи поверхневий стік;

2) ліси випаровують набагато більше води, ніж луки. Оскільки поверхневий стік у лісах невеликий, дощова і снігова вода вбирається в лісову підстилку, просочується в ґрунт і поповнює запаси ґрунтових вод;

3) річки з лісовими водозборами мають більш рівномірний стік і більшу частку підземного стоку в часі, ніж річки без лісових водозборів (річки тієї ж площі) [24].

Для зниження впливу лісових пожеж на екологічний стан річок у роботі запропоновано метод реорганізації водозборів, що ґрунтується на визначенні оптимальних показників лісистості, культивації та дернистості [24].

Наукові дослідження в усьому світі засвідчили негативний вплив накопичення важких металів на ґрунтові екосистеми, зниження швидкості фотосинтезу, зменшення схожості насіння та росту коріння рослин, а також небезпеку для населення за високого вмісту токсичних металів у сільськогосподарській продукції.

Забезпечення гарної якості ґрунту є важливим чинником сталого розвитку сільського господарства та родючості ґрунтів. Важкі метали мають значний вплив на ґрунтову екосистему та біологічну активність у ґрунті.

## 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Об'єкт дослідження

Кінбурнська коса – довга та вузька ділянка суші на Кінбурнському півострові, недалеко від якого Дніпровсько-Бузький лиман зливається з Чорним морем. Острів унікальний тим, що на заході розташований Очаківський район Миколаївської області, а на сході – Голопристанський район Херсонської області [26].

Національний природний парк «Білобережжя Святослава» розташований в основному в Миколаївській області, в місті Очаків. Парк був створений наприкінці 2009 року з метою захисту, відновлення та раціонального використання пасовищ, що представляють цінну природу, а також унікальних комплексів та важливих цінностей з точки зору охорони природи, рекреації, культури та освіти.



Рис. 2.1 – Географічне розташування берегової системи «крилатий мис» Кінбурнсько-Покровська протяжність [28]

Назва парку «Білобережжя Святослава» воістину поетична. Цей Національний парк розташований на острові Кімберн. Його узбережжя омивається водами Дніпровського лиману Баг і Чорного моря, утворюючи нескінченний піщаний пляж і знамениту Кімбернську косу. Назва походить від того факту, що князь Святослав, який повернувся з походу за часів Великого князівства Київського, залишився тут на зиму. Він дуже любив цей район [27].

Просторово півострів Кімбрунія і коса мають складні обриси, які омиваються водами Дніпровського лиману Баг на півночі, Ягорлицької затоки на південному сході і Чорного моря на півдні. З материком з'єднана тільки східна сторона. Загальна протяжність берегової лінії півострова досягає 71 км. Кімберн – це сонце, море, пісок, Гаї, штучний ліс і коупленд. Його своєрідне повітря насичене йодистою сіллю, пахне зігрітою сонцем хвоєю і строкатою травою пасовищ.

Острів тягнеться зі сходу на захід уздовж вузької коси піщаних пляжів. Його довжина становить 40 км. Західний край у формі чобота звернена до Тендрівської затоки. Ширина півострова становить 7-10 км. Очевидно, назва

«Кімбернспіт» походить від турецького слова «Кілбурні» (волосся, хвилі, мис). Місто Очаків, розташоване в гирлі річки, знаходиться в 6,5 км від хутора Покровський. По дорозі зустрічається штучний острів Первомайський (5 травня), який призначений для оборонних цілей.

Кліматичні умови півострова сприятливі для флори і фауни. Вегетаційний період рослини досягає до 240 днів. Зима м'яка, температура нестійка, дмуть сильні вітри (40-50% від сили вітру, тобто півдня з моря, півдня з суші). Найхолодніша пора – з кінця 1 місяця до перших 2 років 10-го місяця: середня багаторічна температура в 1-му місяці становить  $-3^{\circ}\text{C}$ , а в 2-му місяці  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Зима триває всього 2,5 місяці і більше. Весна настає в останні 2 роки 10-го місяця, але нічні заморозки можуть спостерігатися до кінця 4-го місяця.

Травень сухий і жаркий, і велика частина ефемерид і рослинності, що містить ефемериди, буде спалена.

Літо на півострові тривале, в першій половині року дмуть теплі північні вітри. Друга половина літа була спекотною, температура в червні 2001 року коливалася від 33-40°C у тіні та понад 70°C на пляжах. Осінь завжди тепла і суха, з ранніми осінніми заморозками в жовтні і пізніми осінніми заморозками в грудні. Середня багаторічна температура вересня перевищує +17°C, +12°C в жовтні. Тому клімат півострова теплий, континентальний і сухий, річна кількість опадів 350-410 мм. Середньорічна температура перевищує +10°C. На Кімбурнській косі весна і літо настають трохи пізніше, ніж в Очаківському районі, а ґрунт на півострові піщаний. Можливо, незручно, але важко уявити півострів Кімбурн без піску. Кімбурн — це піщана ділянка, де хвилі піску постійно зустрічаються з хвилями. Пісок є продуктом вітру, сонячного світла та океану.

Пісок складається з дрібних частинок мінералів, гірських порід і ґрунту, а його основним компонентом є кварц. Погодні умови, дощ, сонце, море та хвилі перетворюють колись тверду скелю на пісок. За тисячі років ці природні культиватори створили величезну кількість піску на пляжах і в пустелях. Пісок буває різних кольорів, включаючи жовтий, оранжевий, червоний, сірий, чорний і фіолетовий. Колір піску залежить від матеріалу, з якого він утворений. Іноді пісок виготовляють з уламків черепашок. Пісок може рухатися під дією води і вітру. Його можна побачити в деяких частинах пустелі, в тому числі в деяких районах Кінгберна, де він покриває дороги і створює багато проблем.

Різноманітність геоморфологічної будови півострова відображається в характеристиках русла річки, зміні швидкості течії води, глибині ґрунтових вод, рівнях боліт, розподілі ґрунтів і природної рослинності тощо. Наприклад, на півострові більше 11 типів ґрунтів.

Це пояснюється тим, що, здавалося б, однорідний пісок існує в різних умовах, включаючи рельєф, ґрунтові води та ступінь розвитку чагарників і рослинності [29].

## 2.2 Методологія дослідження

Методологія дослідження – це сукупність правил, які регламентують використання методів, прийомів і процедур для проведення будь-яких досліджень. Найважливішою умовою здобуття нових знань слід вважати свідоме використання науково обґрунтованих методів. Дослідники, які володіють дослідницькими методами та способами їх застосування, можуть проводити дослідження успішніше та з меншими зусиллями, ніж ті, хто покладається виключно на інтуїцію та метод проб і помилок. Звичайно, точні та правильні методи – не єдині елементи успішного наукового дослідження [30].

У зв'язку з цим на період воєнного стану затверджено спеціальну методичку розрахунку та оцінки збитків від забруднення атмосферного повітря, пов'язаного з воєнними, надзвичайними та іншими небезпечними подіями. Цей метод затверджено наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 13 квітня 2022 року № 175.

Цю технологію застосовує Держекоінспекція, яка підрахувала витрати від забруднення повітря за близько 10 місяців війни: сума склала 984 мільярди гривень.

Фактичний розрахунок шкоди, завданої забрудненням повітря, складається з двох етапів:

- 1) визначення кількості забруднюючих речовин, що надходять в атмосферу;
- 2) розрахувати суму збитків з урахуванням небезпеки кожного забруднювача.

Існує кілька способів розрахувати кількість забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу:

Якщо відома маса згорілого матеріалу, за спеціальними довідковими таблицями можна визначити кількість забруднюючих речовин, що потрапили в атмосферу.

Однак це роблять спеціально навчені технічні працівники, яким необхідно знати типи та кількість хімічних речовин, що потрапляють в атмосферу під час згоряння палива, мастильних матеріалів, радіаторного масла тощо. Державне підприємство «Ліси України» вже планує заходи щодо відновлення лісів на теренах, які постраждали від повномасштабного вторгнення. Однак мине не менше 50 років, перш ніж там з'являться такі ліси [31].

Згідно з аналізом супутникових знімків Sentinel-2, проведеним співробітниками НПП «Білобережжя Святослава», з березня по початок вересня 2022 року площа пожеж, включаючи повторні, склала 5231,32 га. За деякими оцінками, загалом постраждало до 10 000 га, що становить приблизно 30% лісів Кінбурну.

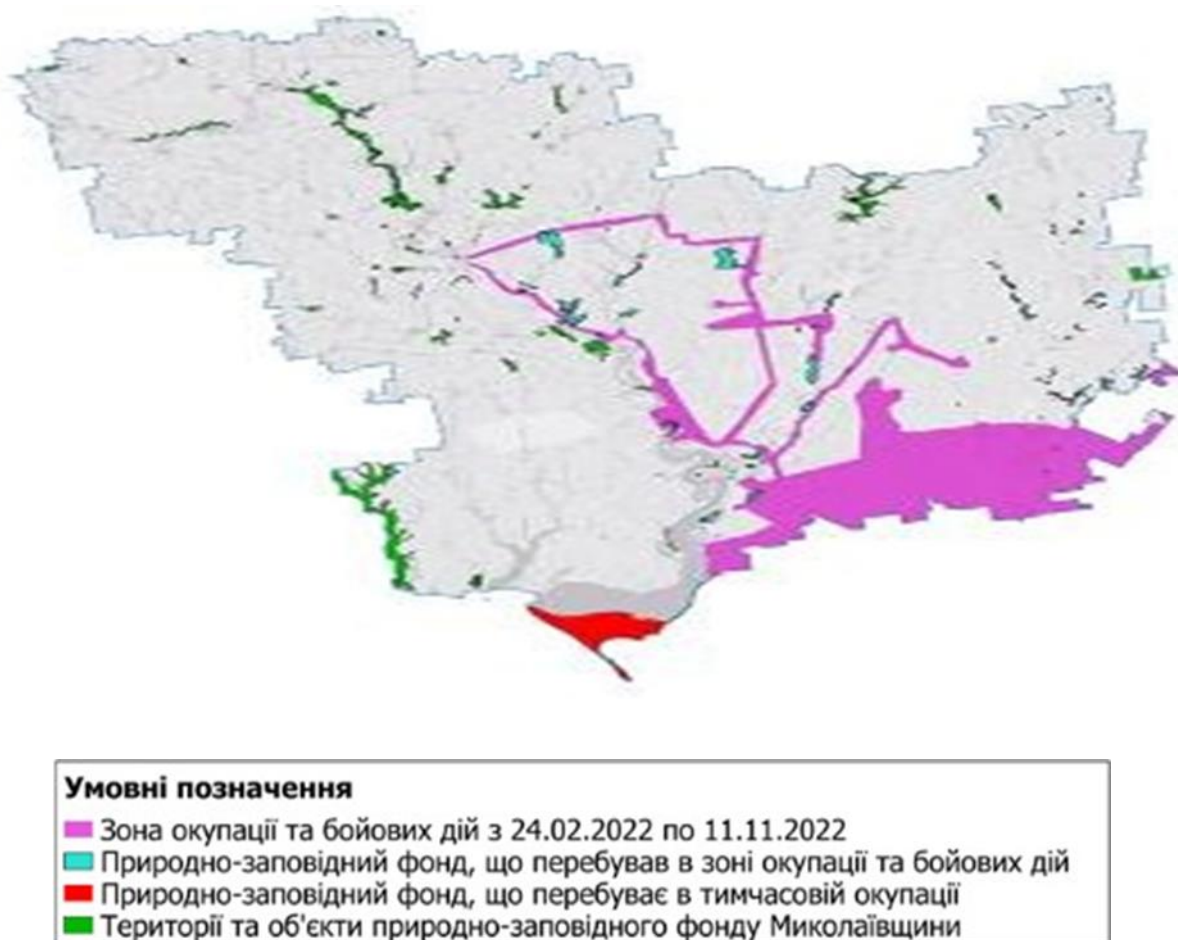


Рисунок 2.2 – Карта ПЗФ Миколаївщини під час війни (за В. Скоробогатовим [32])



Таблиця 2.1 – Інформація, яка потрібна для визначення шкоди, заподіяної внаслідок забруднення атмосферного повітря [33]

Причина забруднення повітря	Речовини, що забруднюють повітря	Які відомості потрібні для розрахунку збитків
Вибухи	Пил та інші тверді речовини (сажа або ін.), свинець та інші важкі метали та їх сполуки, нітроген оксиди	Тип боєприпасів, їх маса
Горіння матеріалів, сировини, продукції, наприклад, на нафтобазах	Нітроген оксиди, сульфур оксиди, карбон (II) оксид (чадний газ), карбон (IV) оксид (вуглекислий газ), сажа, бенз(а)пірен, інші	Маса матеріалу, сировини, продукції, що згоріла (за документами). Наприклад, маса бензину, що зберігалася у резервуарі на момент його обстрілу (вибуху). Площа, охоплена пожежею
Лісові пожежі (горіння деревини, іншої рослинної маси)	Пил, карбон (II) оксид (чадний газ), карбон (IV) оксид (вуглекислий газ), нітроген оксиди та ін.	Площа пожежі (у гектарах)

Обчисліть суму за формулою 2.1:

$$V = q_i \times M \quad (2.1)$$

У формулі:  $V$  – загальна маса забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу;  $q_i$  – кількість забруднюючих речовин, що викидаються при спалюванні 1 кілограма, 1 тонни або 1 кубічного метра певного матеріалу, продукту або сировини;  $q_i$  – довідка, отримана з каталогів, і т. д. Значення;  $i$  – забруднююча речовина;  $M$  – маса або об'єм певного спалюваного матеріалу, продукту або сировини.

Наприклад, при спалюванні 1 тонни нафтопродуктів в атмосферу викидається 0,0026 тонни частинок сажі:

$$q_i = 0,0026 \text{ т/т, де } i \text{ – сажа;}$$

Якщо спалити 100 т нафтопродуктів, то  $V = 0,0026 * 100 = 0,26 \text{ т (260 кг сажі)}$ .

Для лісових пожеж достатньо знати площу згорілого лісу (рівняння 2.2):

$$V = \text{газ} \times S \quad (2.2)$$

$V$  – загальні викиди в атмосферу,  $q_i$  – середній викид забруднюючих речовин при спалюванні одного гектара лісу, т/га,  $S$  – площа пожежі. У довідниках та інших документах детально наводяться середні викиди забруднюючих речовин при спалюванні одного гектара лісу [33].

Розмір збитків, завданих неорганізованими викидами забруднюючих речовин або сумішей таких речовин в атмосферу під час надзвичайного або воєнного стану, можна розрахувати за допомогою рівняння 2.3 [34]:

$$R_{sh} = V \times C_p \times K_{neb} \times K_v \times K_{mp} \times K_{pp} \quad (2.3)$$

Інформація, необхідна для документування шкоди довкіллю, спричиненої забрудненням повітря:

–фото або відеодокази небезпечних інцидентів і пов'язаного з ними забруднення повітря;

–визначити дату і час заподіяння шкоди;

–якщо можливо, відомості, необхідні для розрахунку розміру збитку (див. табл. 2.1).

Йдеться про вибухи на складах паливно-мастильних матеріалів та сховищах нафтопродуктів, авіаудари по підприємствах, що використовують шкідливі хімічні речовини, які зараз розслідуються державою-агресором як кримінальне провадження про екоцид [33].

Таблиця 2.2 – Розшифровка формули 2.3[33]

Скорочення у формулах	Назви показників
Рш	Розмір збитку, грн.
В	Коли забруднюючі речовини випускаються в атмосферу, тонна
Сп	Ставка екологічного податку $S_p$ (за даними відповідно до Кодексу України) 1 т забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу, становить гривень ;
Кнеб	Умовні значення $K_{неба}$ для небезпеки (шкідливості) забруднюючих речовин утворюються згідно з додатком 3 Методики № 175. Таким чином, 2 означає невеликий ризик речовини, 5 – Дуже небезпечна.
Кв	Визначення коефіцієнта $K_v$ для впливу на навколишнє середовище в середовищі від тривалості події згідно з Додатком 4 до Методики № 175. Його значення змінюється від 3 до 6
Кмп	Коефіцієнт $K_{mp}$ залежить від розміру події та виконується згідно з Методикою № 175 Додаток 5. Від 1,2 до 4
Кпп	$K_{PP}$ – коефіцієнт, що залежить від характеру виникнення події, Визначається згідно з Методикою № 175 Додаток 6. Від 3 до 10.

Характер руйнування півострова можна повністю оцінити лише через його деокупацію. Науковцям тепер потрібні більш віддалені методи дослідження та екстраполяції. Вони не хочуть ділитися інформацією, зберігаючи природну красу півострова, оскільки вони стикаються з проблемою доступу до ліків і їжі, бояться російського гноблення та страждань місцевого населення. через гуманітарну кризу.

Попередні оцінки збитків оприлюднили вчені, активісти та державні установи. Національна екологічна інспекція Південно-Західного регіону підрахувала, що з березня по серпень 22 лісові пожежі, спричинені несанкціонованими забруднювачами, завдали збитків на 9,93 мільярда гривень на площі 1599,8. Були доступні попередні розрахунки. Проте лише існуючих методів недостатньо, щоб покрити передбачувану шкоду повітрю, землі та воді. Директор РЛП «Кінбурнська коса» Зеновій Петрович зазначає, що відновлення екосистеми Кінбурна можливе лише за умови виділення достатніх коштів та ресурсів одразу після звільнення території російськими окупантами. Тільки в такій ситуації це станеться. Втрачені екосистемні послуги, включаючи чисте повітря і воду, здорове середовище існування, естетичні та культурні цінності півострова, практично безцінні [35].

Державне лісогосподарське підприємство широко використовує безпілотні літальні апарати для швидкого виявлення і моніторингу пожеж в лісових насадженнях і розслідування появи шкідників і хвороб в лісах. Станом на 01.01.2022 р. за власні кошти вже придбано 111 квадрокоптерів [36].

У Миколаївській області загальна площа національних лісів становить 84,9 000 га, що відповідає 3,45% площі регіону. Понад 20% площі лісів області заміновано та всіяно вибуховими речовинами. Територія, яка ще не була перевірена феєрверками після дій російської армії і російської артилерії, становить близько 30 000 гектарів. Територія Кімбернспіта залишається тимчасово окупованою, що еквівалентно приблизно 10 000 га лісу. У 2022 році пожежами в Миколаївській області було знищено 2277 гектарів лісу, що в 4021

разів більше, ніж у 400. Такі дані навів директор Державного лісового агентства Юрій Вороховець в ефірі Українського радіо [37].

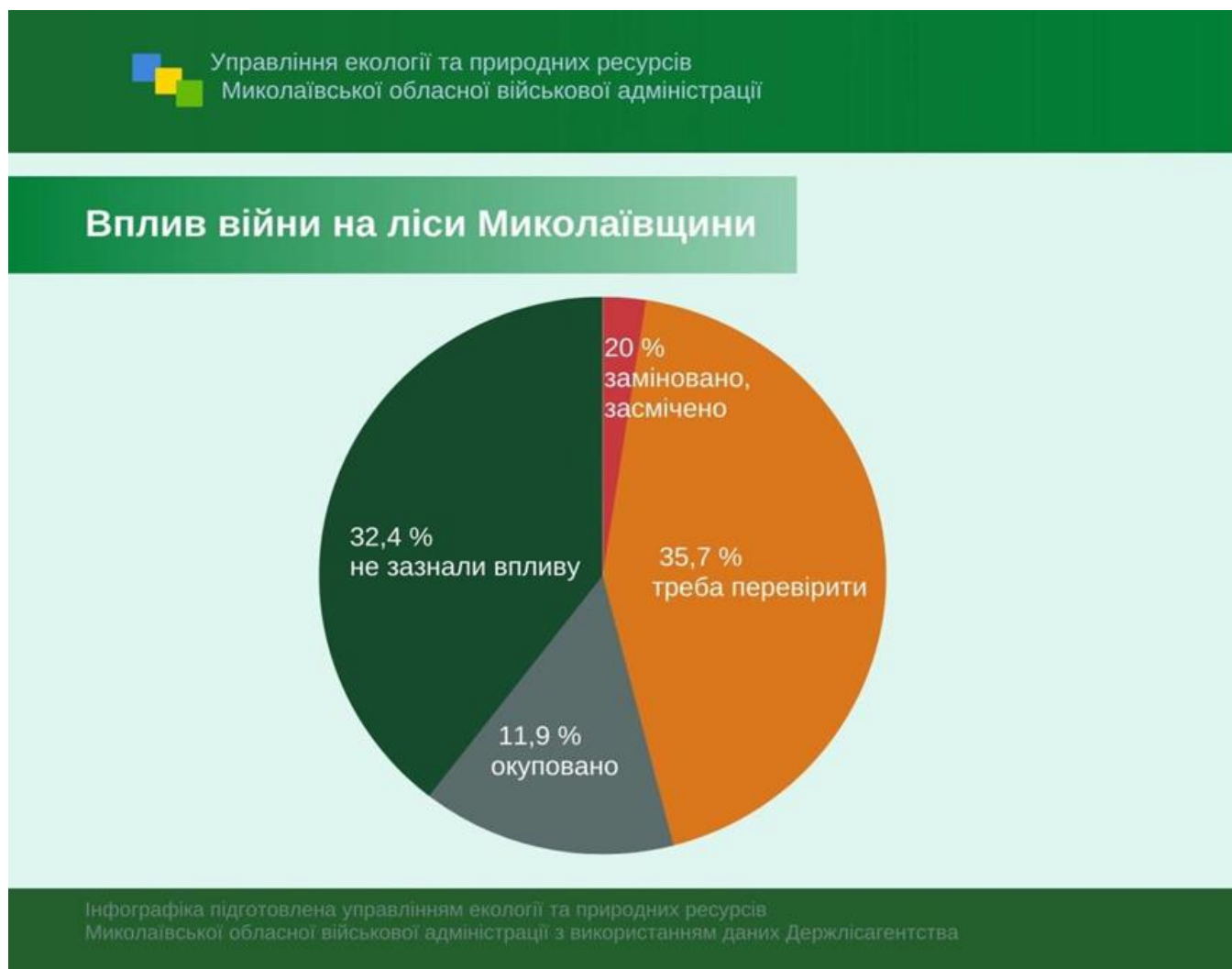


Рис 2.3 – Вплив війни на ліси Миколаївщини [37]

### 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок загальної маси забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу при спалюванні лісу

Для розрахунку маси забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу при спалюванні лісу, зазвичай використовують рівняння  $V = q_i \times S$  де  $V$  – загальна кількість забруднюючих речовин, що потрапили в атмосферу,  $q_i$  – середній викид забруднюючих речовин від спалювання одного гектара лісу (т/га),  $S$  – площа спалювання. Значення  $q$  включено до Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин та їх сумішей, що потрапляють в атмосферне повітря внаслідок надзвичайного або воєнного стану, та визначення розміру збитків від них. Значення  $S$  наведено на рисунку 3.1.

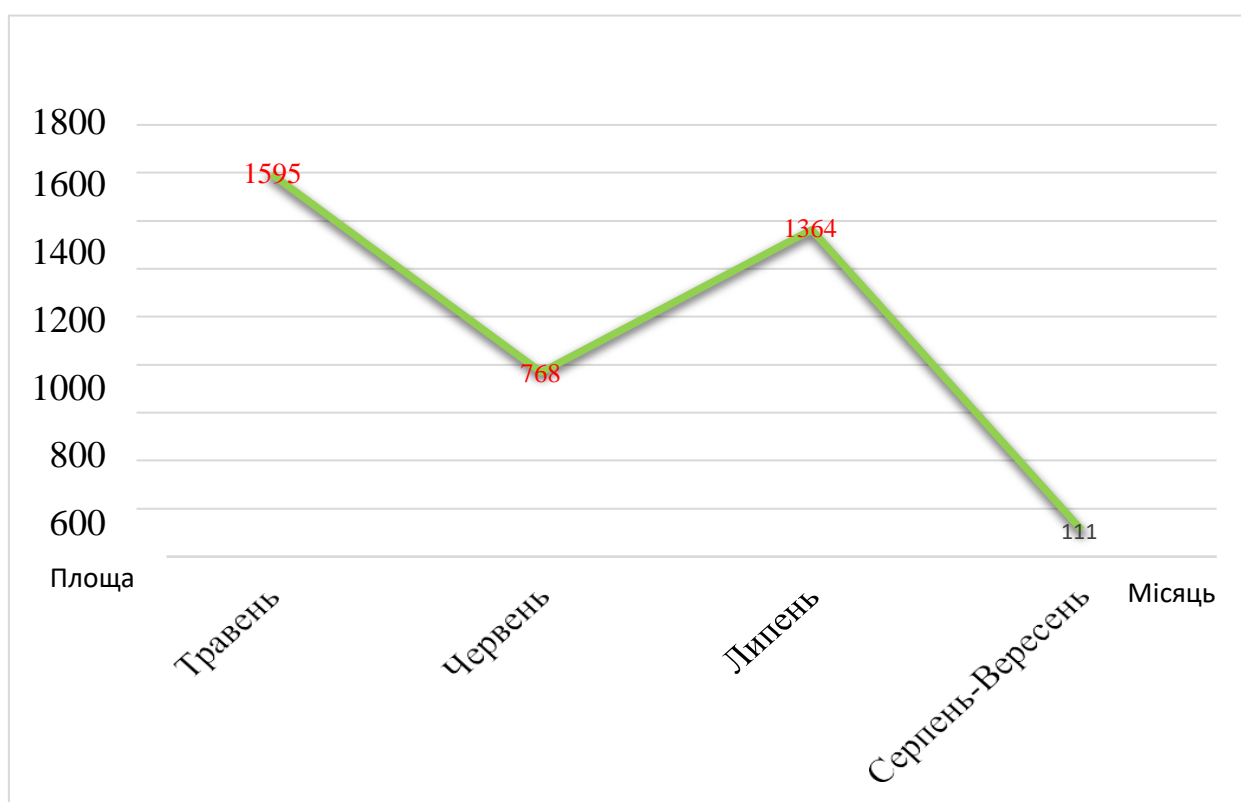


Рисунок 3.1 – Динаміка згорання площі (га) помісячно

«Динаміка спалених площ по місяцях (га)», який підсумовує цифри на графіку, тобто площа, спалена з травня по вересень = 3838 га.

Лісові пожежі викидають у повітря близько 17 забруднюючих речовин. Шкода, спричинена спалюванням сухої трави, є численною і надзвичайно небезпечною. Дим від спалювання сухої трави та її залишків містить пил, сажу, діоксид азоту, чадний газ, важкі метали та багато канцерогенних сполук [38].

Таблиця 3.1 – Розрахунок маси викиду  $B = q_i \times S$

Назва забруднюючих речовин		$q_i$	$S, га$	$B, т$
CO	Карбон(II) оксид	3	3838	11 514
CO <sub>2</sub>	Карбон(IV) оксид	712,8		2 735 726,4
NO <sub>x</sub>	Нітроген(IV) оксид	0,1		383,3
SO <sub>x</sub>	Сульфур(IV) оксид	0,02		76,76
ОКВЧ + РМ10 + РМ2,5 (Сажа)	Тверді речовини	5,4		20 725,2
NH <sub>3</sub>	Амоніак	0,02		76,76
NMVOС	НМЛОС	0,3		1 154,4
Pb	Свинець і його неорганічні сполуки (у перерахунку на свинець)	0,000097		0,37

Продовження таблиці 3.1

Cd	Кадмію оксид (у перерахунку на кадмій)	0,000008		0,03
Hg	Ртуті оксид (у перерахунку на ртуть)	0,000007		0,03
As	Миш'як, неорганічні сполуки (у перерахунку на миш'як)	0,000044		0,17
Cr	Хром шестивалентний (у перерахунку на триоксид хрому)	0,000042		0,16
Cu	Міді оксид (у перерахунку на мідь)	0,000099		0,38
Ni	Нікелю оксид (у перерахунку на нікель)	0,000067		0,26
Se	Селену діоксид (у перерахунку на селен)	0,000006		0,02
Zn	Цинку оксид (у перерахунку на цинк)	0,00085		3,26
Benzo(a)pyrene	Бенз(а)пірен	0,000005		0,02

З рисунку 3.2 видно, що найбільша маса, яка викидається в атмосферу під час лісових пожеж, – це CO<sub>2</sub> (вуглекислий газ) – 2 735 726,4, далі йде сажа – 20 725,2 і CO (чадний газ) – 11 514. Коли деревина горить, вона утворює дим, що складається з твердих частинок (сажі) і газоподібних продуктів згоряння. Вони



складаються з речовин, що містяться в деревині. Продукти згоряння деревини складаються з вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>), чадного газу (CO), водяної пари, діоксиду азоту та сірки, які можуть згоряти далі [39].

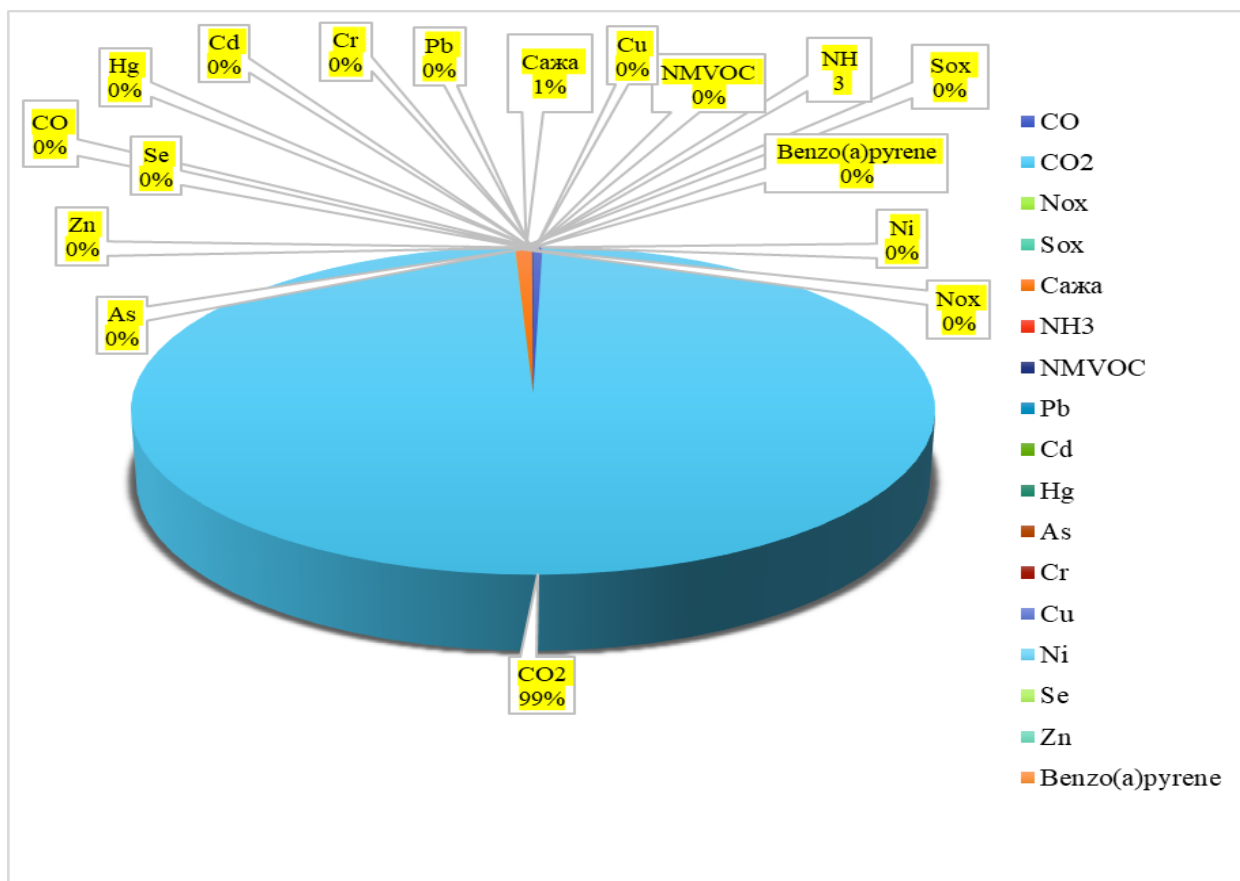


Рисунок 3.2 – Відсоток викидів забруднюючих речовин

Екологічні наслідки лісових пожеж включають забруднення повітря вуглекислим газом і продуктами піролізу лісового палива, а також спалювання кисню. Оксиди вуглецю становлять найбільшу частку загального антропогенного забруднення повітря.

Екологічне значення втрат вуглецю від згоряння та розкладання органічної речовини після пожежі залежить від масштабу пожежі та часу, необхідного для відновлення рослинного угруповання після знищення. Через кілька років або десятиліть після пожежі втрати і надходження вуглецю врівноважуються [40].

Лавуазьє довів, що вуглекислий газ (вуглекислий газ) – це сполука кисню і «вугілля» (вуглецю), тоді як вода – це сполука кисню і водню. У своїх експериментах він довів, що під час дихання поглинається кисень і виділяється вуглекислий газ, тобто процес дихання подібний до процесу горіння [41].

3.2 Розрахунок розміру збитків, завданих забруднюючими речовинами, що потрапляють в атмосферу під час лісових пожеж

Розмір збитків розраховується компетентною особою, яка здійснює державний нагляд (контроль) у сфері охорони навколишнього природного середовища, на підставі (але не обмежуючись) документів, що підтверджують факт забруднення атмосферного повітря, зазначених, зокрема, у пункті 3 розділу 1 цієї методики.

Загальна сума  $R_{\text{ш}}$  збитків розраховується як сума збитків від викидів в атмосферу кожної забруднюючої речовини або суміші забруднюючих речовин в цілому [42].

Для розрахунку суми збитків, спричинених забруднюючими речовинами, використовується наступна формула «3.1»:

$$R_{\text{ш}} = V \times C_{\text{п}} \times K_{\text{неб}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{мп}} \times K_{\text{пп}} \quad (3.1)$$

Всі ці значення включені до методики розрахунку кількості забруднюючих речовин або сумішей забруднюючих речовин, що потрапили в атмосферне повітря внаслідок надзвичайної ситуації або воєнного стану, та визначення розмірів заподіяної шкоди, за винятком показника  $V$ . Значення цього показника наведено в таблиці 3.2 «Розрахунок маси викиду  $V = q_i \times S$ ».

Таблиця 3.2 – Розрахунок величини шкоди від речовин що забруднюють

№	Забруднюючі речовини у викидах в повітря	V, т	C <sub>п</sub> , грн/т	K <sub>н</sub> єб	K <sub>в</sub>	K <sub>м</sub> п	K <sub>п</sub> п	Розмір шкоди, грн.
1.	Карбон (II) оксид (чадний газ CO)	11514	96,99	3	3	5	10	502 534 287
2.	Карбон (IV) оксид (вуглекислий газ CO <sub>2</sub> )	2735726,4	30	2	3	5	10	24 621 537 600
3.	Нітроген(IV) оксид (NO <sub>x</sub> )	383,3	2574,43	3	3	5	10	444 050 558,5
4.	Сульфур (IV) оксид (SO <sub>x</sub> )	76,76	2574,43	3	3	5	10	88 925 961,06
5.	Сажа	20725,2	96,99	3	3	5	10	904 561 716,6
6.	Аміак (NH <sub>3</sub> )	76,76	482,84	2	3	5	10	11 118 839,5
7.	НМЛОС (NMVOC)	1154,4	145,5	2	3	5	10	50 389 560
8.	Свинець і його неорганічні сполуки у перерахунку на свинець (Pb)	0,37	109127,84	5	3	5	10	30 282 975,6
9.	Кадмію оксид у перерахунку на кадмій (Cd)	0,03	20376,23	5	3	5	10	458 465,2

10	Ртуті оксид у перерахунку на ртуть (Hg)	0,03	109127,8 4	5	3	5	10	2 455 376,4	
11	Миш'як, неорганічні сполуки у перерахунку на миш'як (As)	0,17	4216,92	4	3	5	10	430 125,8	
12	Хром шестивалентни й у перерахунку на триоксид хрому (Cr)	0,16	69113,38	5	3	5	10	8 293 605,6	
13	Міді оксид у перерахунку на мідь (Cu)	0,38	4216,92	4	3	5	10	961 457,8	
14	Нікелю оксид у перерахунку на нікель (Ni)	0,26	103816,6 2	4	3	5	10	16 195 392,7	
15	Селену діоксид у перерахунку на селен (Se)	0,02	18413,24	5	3	5	10	276 198,6	
16	Цинку оксид у перерахунку на цинк (Zn)	3,26	628,32	3	3	5	10	921 745,4	
17	Бенз(а)пірен (Benzo(a)pyren e)	0,02	3277278, 6 3	5	3	5	10	49 159 179,4	
Рш (заг)		Загальний розмір шкоди					26 732 553 045,16		

У таблиці 3.3 показано суму збитків у місцевій валюті грн та в доларах США.

Таблиця 3.3 – Сума збитків у місцевій валюті грн та в доларах США

№	Забруднююча речовина	Розмір шкоди, грн	Розмір шкоди, \$
1.	CO	502 534 287	13 365 273,6
2.	CO <sub>2</sub>	24 621 537 600	654 828 127,6
3.	NO <sub>x</sub>	444 050 558,5	11 809 855,3
4.	SO <sub>x</sub>	88 925 961,06	2 365 052,1
5.	Сажа	904 561 716,6	24 057 492,4
6.	NH <sub>3</sub>	11 118 839,5	295 713,8
7.	NMVOС	50 389 560	1 340 147,9
8.	Pb	30 282 975,6	805 398,3
9.	Cd	458 465,2	12 193,2
10.	Hg	2 455 376,4	65 302,5
11.	As	430 125,8	11 439,5
12.	Cr	8 293 605,6	220 574,6
13.	Cu	961 457,8	25 570,7
14.	Ni	16 195 392,7	430 728,5
15.	Se	276 198,6	7 345,7
16.	Zn	921 745,4	24 514,5
17.	Benzo(a)pyrene	49 159 179,4	1 307 425
Pш (заг)		26 732 553 045,16	710 972 155,46

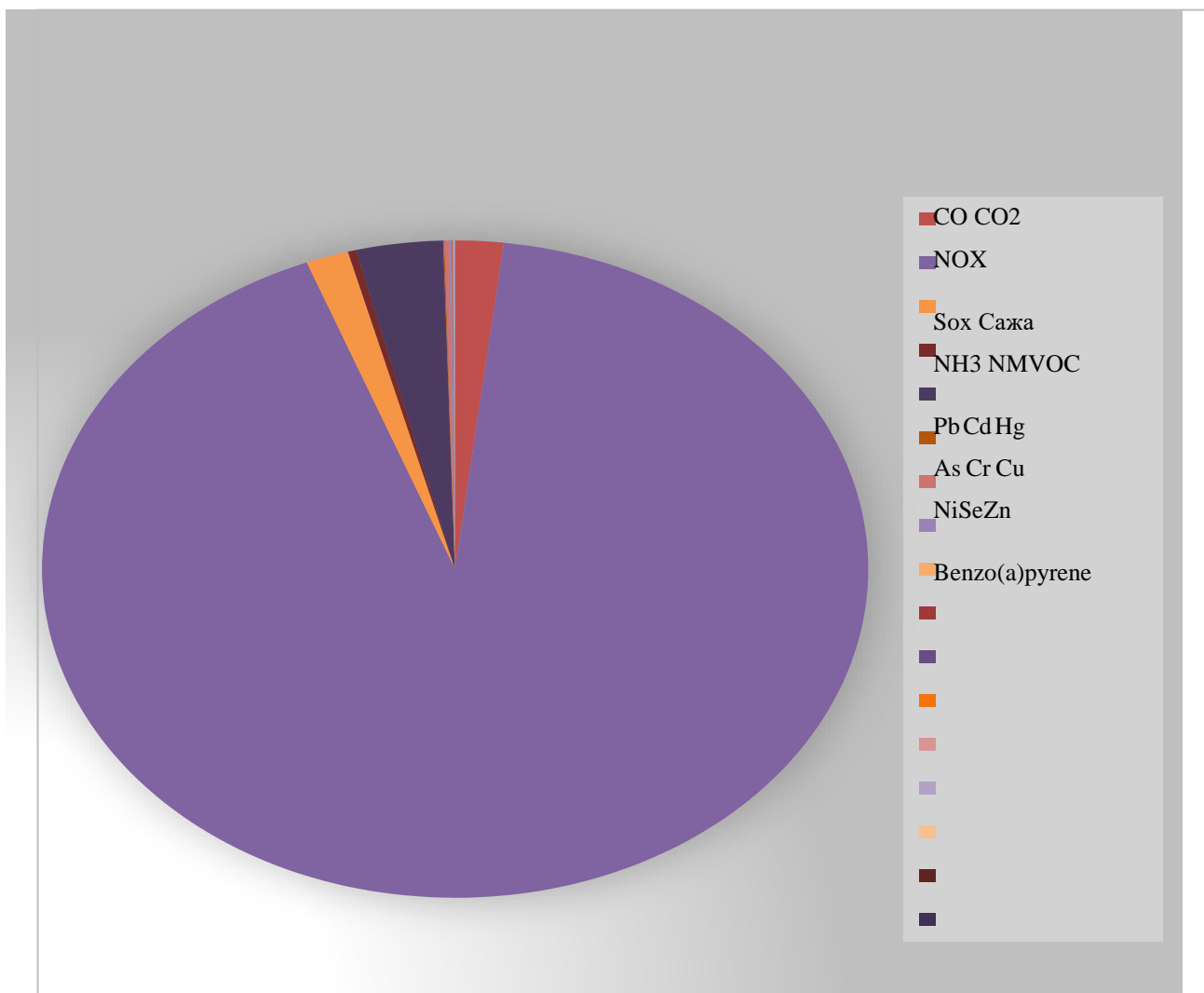


Рисунок 3.3 – Розмір збитків від забруднюючих речовин (\$)

Кругова діаграма на (рис.3.3) показує, що діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>) завдав збитків на суму \$654 828 127,6, сажа – \$24 057 492,4, оксид вуглецю (CO) – \$13 365 273,6 і діоксид азоту – \$11 809 855,3. Цифри виглядають наступним чином.

У перший рік повномасштабного вторгнення екологі зафіксували 131 пожежу на Кінбурнському півострові в тимчасово окупованих Херсонській та Миколаївській областях.

Це стало можливим завдяки моніторингу, який здійснювали співробітники національного природного парку «Білобережжя» у Святославі на основі даних супутника Sentinel-2, повідомляє Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України [43].

Остаточні збитки, завдані Кінбурнській косі та Миколаївській області в цілому, можна буде оцінити лише після завершення війни та деокупації території. За словами Павла Холодняка, заступника директора Білобережного природного парку імені Святослава Білого, збитки, завдані природним системам на Кінбурнському півострові, оцінюються в 100 мільярдів гривень. Однак важлива особливість природних ресурсів піщаної коси полягає в тому, що відновити їх до первісного стану власними силами неможливо. Це означає, що деякі види відновилися природним шляхом, деякі – за допомогою працівників парку та місцевого населення, але реліктові насадження не підлягають відновленню.

Наразі керівництво НПП «Білобережжя Святослава» підписало низку угод про співпрацю з науковими установами та організаціями для подальшого екологічного відновлення коси [44].

Внаслідок лісових пожеж в атмосферу потрапляє близько 17 забруднюючих речовин, які мають негативний вплив на людей, тварин, рослини та всі живі організми в усьому світі.

Згідно з розрахунками загальної маси викинутих забруднюючих речовин та розміру завданої шкоди, найбільш значний негативний вплив спричиняють такі забруднюючі речовини, як оксид вуглецю (IV), оксид вуглецю (II) та сажа. Обсяги викидів забруднюючих речовин дуже великі: 2 735 726,4 для оксиду вуглецю (IV), 11 514 для оксиду вуглецю (II) та 20 725,2 для сажі.

Сума збитків також не маленька. 24621537600 грн. для оксиду вуглецю (IV), 502534287 грн. для оксиду вуглецю (II) та 904561716,6 грн. для сажі.

Ці значення настільки високі, що для зручності збитки були переведені з гривні в долари. Викиди забруднюючих речовин сильно забруднюють повітря, яким ми дихаємо. Всі ці викиди негативно впливають на наше довкілля, особливо зараз, коли в країні йде війна і ще більше пожеж.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Заходи організації щодо забезпечення пожежної безпеки

Лісовий кодекс України передбачає організаційне забезпечення попередження лісових пожеж.

У лісгоспах Держлісгоспу створюється відомча пожежна охорона (ВПО), а лісовласники створюють власні служби пожежної безпеки. Мінагрополітики розробило та затвердило Положення про діяльність ВПО, яке базується на Типовому положенні про відомчу пожежну охорону, затвердженому Кабінетом Міністрів України від 9 січня 2014 року.

Землі лісового фонду потребують належного протипожежного забезпечення як частини службових або трудових обов'язків як лісокористувачів, так і відповідальних власників. Посадова інструкція, договір або статут постійного лісокористувача чи лісовласника повинні містити ці обов'язки.

Обов'язком постійних лісокористувачів та власників лісів є визначення ділянок, де пожежна безпека є пріоритетом для їх працівників, та визначення завдань перед ними, в тому числі заступниками керівників. Ця відповідальність відповідає за управління виділеними територіями в межах лісового фонду.

Для кожного постійного лісокористувача та лісовласника повинні відповідати наступні критерії:

–вимога щодо навчання та перевірки знань з питань пожежної безпеки в лісах, а також навчання працівників з виявлення та гасіння лісових пожеж та осіб, відповідальних за його проведення;

–дії посадових осіб державної лісової охорони, обов'язки відомчої пожежної охорони, сезонне чергування пожежних спостерігачів, добровільна протипожежна профілактика працівників і службовців постійних лісокористувачів чи власників лісів, резервні пожежні команди з числа



працівників/службовців постійного лісокористувача чи інших лісокористувачів, установи та організації, розташовані або ведуть роботи в лісі, служби зв'язку у разі виявлення лісової пожежі, яка поширюється на іншу державу з несподіваними наслідками;

–виклик добровільних пожежників та відповідальних осіб з ліквідації лісових пожеж у нічний час, у вихідні та святкові дні складається протоколом.

Інструктажі щодо спеціального навчання повинні містити інформацію щодо цих вимог для постійних лісокористувачів або працівників лісовласників. Спеціальне місце – це місце, де повинні зберігатися основні вимоги Правил пожежної безпеки в Україні разом із розміщеними в них інструкціями, процедурами, діями та іншими документами.

Керівники та працівники постійних лісів та власники лісів перед початком роботи в обов'язковому порядку проходять навчання один раз на три роки та перевірку з питань пожежної безпеки. Програма навчання з питань пожежної безпеки складається з метою підготовки осіб, діяльність яких вимагає знання ризиків, пов'язаних з лісовими пожежами, а також уміння діяти в таких випадках.

Це навчальна програма, розроблена відповідно до «Порядку підготовки людей до дій у надзвичайних ситуаціях», затвердженого Кабінетом Міністрів України 26 червня 2013 року (постанова № 444). З територіальними органами Державної служби з надзвичайних ситуацій організовано програму навчання.

За своєчасне та якісне проведення спеціального навчання, інструктажу чи перевірки знань з питань пожежної безпеки в лісових масивах відповідають керівники постійних лісокористувачів, лісів, керівники лісництв. Це особливо актуально для таких структурних підрозділів, як лісозаготівля. До роботи не допускаються особи, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку правил пожежної безпеки.

Через диспетчерські служби структурних підрозділів постійних лісокористувачів та власників лісів інформація про лісові пожежі надходить, опрацьовується та надсилається до органів. Особою, відповідальною за

управління та ліквідацію лісових пожеж, є постійний користувач, власник лісу або призначений ним керівник.

Особам, які брали участь у гасінні пожежі, безкоштовно видається пожежна техніка, техніка, пально-мастильні матеріали, засоби зв'язку та місця відпочинку. Рада міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві адміністрації, муніципалітети та господарські організації відповідно до законодавства зобов'язані надавати ці предмети на їх вимогу.

Встановлюючи порядок зв'язку, регіональні (місцеві) управління ДСНС беруть участь у гасінні лісових пожеж, а також здійснюють контроль за виїздом пожежних підрозділів вогневих гарнізонів і мобілізаційних сил від постійних лісокористувачів і власників лісів за погодженням з місцевою виконавчою владою.

Підрозділи Державної служби з надзвичайних ситуацій підпорядковані лісовій пожежній охороні для ліквідації лісових пожеж і повинні отримати дозвіл керівника свого пожежного підрозділу на вихід із зони пожежі, за винятком ситуацій, пов'язаних з безпекою пожежників або центрального пожежного зв'язку охорони гарнізонів. Дороги, які ведуть до I-III природної пожежонебезпечної зони, повинні бути позначені знаками заборони. Це особливо важливо для лісових масивів. У період підвищеної та надзвичайної пожежної небезпеки забороняється в'їзд до лісу, крім транспортних засобів лісового господарства. Класифікація природних пожежної небезпеки визначається ступенем уваги до вразливості лісових регіонів [45].

#### 4.2 Вимоги пожежної безпеки до лісових масивів

У пожежонебезпечний період забороняється розведення багать у спеціально відведених лісових масивах:

1. розведення багать у спеціально відведених лісових масивах (за винятком технічних вимог до ведення лісового господарства у спеціально відведених лісових масивах);

2. заборонено відвідувати хвойні насадження особами, що відносяться до класу пожежної небезпеки відповідно до суспільних, шкільних і кліматичних умов, які відносяться до четвертого і п'ятого (висока і дуже висока пожежонебезпека), або коли настає пік пожежонебезпечного сезону;

3. заборонено палити, викидати в лісі незгорілі сірники або недопалки і струшувати гарячу золу з трубки, за винятком місць, обладнаних для цієї мети;

4. заборонено залишати в лісі ганчірки, просочені бензином, парафіном, жиром або іншими легкозаймистими речовинами;

5. не заправляйте паливний бак при працюючому двигуні;

6. не використовуйте машини або інші механізми з несправним паливом або з тими що видають іскру;

7. при використанні палива або мастильних матеріалів використовуйте дим або відкритий вогонь (наприклад, заправляйте двигун).;

8. використання грудки легкозаймистого або димоутворюючого матеріалу на полюванні.

Підприємствам, установам і організаціям, незалежно від виду діяльності, структури власності, громадянам, забороняється:

– розміщувати легкозаймисті та інші горючі матеріали ближче, ніж в 100 м від стіни хвойного лісу, в 50 м від змішаного лісу і в 20 м від листяного лісу;

– якщо вищевказані об'єкти знаходяться далі від стін лісу, то на цих об'єктах повинні бути встановлені додаткові протипожежні пристрої;

– спалювання трави та інших рослинних залишків (включаючи сільськогосподарські пожежі) на землях, що використовуються для ведення лісового господарства, та інших земельних ділянках, прилеглих до лісу;

– видалення дерев і горючих залишків при будівництві, ремонті та експлуатації доріг, газу і нафтопроводів, ліній електропередач, телекомунікацій, бездротового зв'язку та інших комунікацій і споруд;

–кидання і спалювання сміття, будівельних відходів, побутових і легкозаймистих відходів в лісових насадженнях;

–використовувати вибухові речовини або інші легкозаймисті матеріали для проведення робіт у лісі без згоди постійного лісокористувача або лісо власника [46].

Протипожежні вимоги при спалюванні порубкових залишків при розчищенні лісосік та весняному прибиранні:

1. при спалюванні порубкових залишків необхідно захистити підлісок і дерева, не порушені рубкою, від пошкоджень. Спалювання купи повинно починатися з кордону лісосіки навколо насінневої завіси молодого дерева. Безперервне спалювання порубкових залишків заборонено;

2. у пожежонебезпечний сезон спалювання порубкових залишків слід проводити тільки в м'яку або вологу погоду. У сухий сезон (коли дощів немає більше 10 днів) спалювання порубкових залишків заборонено;

Спалювання порубкових залишків під час весняного прибирання лісосік та лісозаготівельних майданчиків заборонено:

–роботи по спалюванню не можуть проводитися без спеціальної підготовки або щорічної перевірки знань;

–використовуйте одяг і рукавички, забруднені жиром, бензином, парафіном або іншими легкозаймистими речовинами;

–зберігайте легкозаймисті матеріали та інші предмети на території горіння;

–забезпечте первинні засоби пожежогасіння (лопату, сокиру, граблі, ємність для води) в зоні горіння;

Після завершення протипожежних робіт підрядник повинен ретельно оглянути зону горіння і усунути можливе джерело пожежі.

Для скорочення кількості та площі лісових пожеж, їх оперативного виявлення та ліквідації постійні лісокористувачі та лісовласники несуть відповідальність за наступне:

–здійснити всі превентивні заходи( профілактичні заходи, підвищення вогнестійкості лісу, обмежувальні заходи) на території лісового масиву відповідно до проектної документації;

–здійснювати профілактичні заходи з боку керуючої організації з пропаганди пожежної безпеки в лісах, благоустрою територій лісовпорядкування (лісової рекреації) та дотримання правил пожежної безпеки в лісах;

–підвищення вогнестійкості лісу шляхом здійснення організаційних, технічних та лісогосподарських заходів, спрямованих на запобігання пожежам, контроль за поширенням вогню, підвищення пожежної безпеки лісу, підвищення стійкості деревостану до займання та своєчасне виявлення пожежі;

–у протипожежних цілях шляхом установки протипожежних загороджень, мінералізованих зон, протипожежних розривів, протипожежних бар'єрів, протипожежних крайок, протипожежних жолобів, пожежно-технічних переходів і протипожежних резервуарів, а також будівництва лісових доріг.;

Враховувати план організації пожежогасіння лісу постійних лісокористувачів з урахуванням існуючих, особливо в разі великих площ хвойних насаджень 1-3 категорій з високою природною пожежною небезпекою

Створення дорожньої мережі та лісопожежної станції, здатної своєчасно забезпечити сили і засоби пожежогасіння [47].

Підприємства, установи та організації, розташовані в лісах або прилеглих до них лісопосадках, або працюють (здійснюють діяльність), несуть наступні зобов'язання:

–для того щоб мати обладнання та засоби пожежогасіння, при виявленні лісової пожежі необхідно повідомити постійного лісокористувача або власника лісу і вжити екстрених заходів щодо його гасіння;

–узгодження з постійними лісокористувачами або лісовласниками розташування об'єктів у лісі, проведення робіт (заходу) та місця проведення акції, розташування бази, розташування об'єкта в лісі до початку розвідки;

–особа, відповідальна за проведення культурно-масових і інших заходів в лісі, повинні проінструктувати працівників, співробітників та учасників культурних та інших заходів про дотримання правил пожежної безпеки в лісі, перед виїздом або в лісі, перед початком пожежонебезпечного періоду, запобігання лісових пожеж та способи гасіння лісових пожеж у разі їх виникнення;

–легкозаймисті матеріали і речовини слід зберігати тільки в спеціально відведених місцях відповідно до нормативних вимог;

–обладнайте місце для куріння [48].

#### 4.3. Правила охорони праці працівників лісового господарства

Керівники, службовці та фахівці лісопожежної служби та інших лісопожежних підрозділів і служб, які направляють працівників на гасіння лісових пожеж, забезпечують працівників спецодягом, спеціальним взуттям (черевики, що видаються співробітникам, мають вогнетривку підошву) та іншими засобами індивідуального захисту, туристичним спорядженням, індивідуальними аптечками, справним пожежним інвентарем, продуктами харчування та водою принаймні, на 1 день. Необхідно забезпечити запас 5-6 літрів води.

Співробітники, які працюють на краю пожежі, повинні бути забезпечені захисними шоломами, респіраторами або спеціально обладнаними протигазами від роботодавця.

Чоловіки у віці 18-60 років, які раніше пройшли медичний огляд і здорові, можуть бути залучені до гасіння лісових пожеж.

Жінки у віці від 18 до 55 років (виключаючи вагітних і годуючих матерів) придатні для виконання здорової і належної роботи і можуть залучатися до гасіння лісових пожеж.

Не допускається залучати працівників, які перебувають у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння, які не в змозі гасити лісові пожежі.

Перед початком робіт з гасіння лісових пожеж особа, відповідальна за гасіння пожежі, виконала наступне:

- організовує розміщення лісопожежного розрахунку, окремих бригад і технічного обладнання;

- призначити методи і тактику пожежогасіння відповідно до характеристик пожежі, щоб забезпечити безпечне гасіння пожежі;

- проінформувати персонал про вимоги безпеки, яких необхідно дотримуватися при гасінні пожежі, беручи до уваги характеристики пожежі та обставини, які можуть виникнути;

- передбачити шлях евакуації в безпечне місце, встановити спеціальний сигнал виходу і повідомити підлеглих, якщо існує небезпека для працівників, зайнятих гасінням пожеж;

- визначити місце розміщення та повідомити підлеглих, якщо роботи з гасіння пожежі затягуються;

- якщо вам потрібно відвезти працівника в невідоме безпечне місце, призначте провідника серед працівників, знайомих з місцевістю.

Вимоги безпеки при гасінні лісових пожеж:

- рекомендується сформувати пожежну команду для гасіння лісових пожеж. При необхідності керівник групи пожежогасіння ділить групу на команду, що складається як мінімум з 2 чоловік. Один член команди призначається керівником групи;

- при гасінні лісової пожежі працівники стежать за згорілими сухостоями і, по можливості, вчасно викидають їх у напрямку пожежі, щоб запобігти раптовому падінню дерев на працівників;

- щоб працівники не працювали в умовах задимлення і високої температури, їм дозволяється перебувати в безпосередній близькості від вогню не менше 30 хвилин. Працівники можуть продовжувати роботу тільки після короткого відпочинку поза димом і спека багаття [49].

Працюючи на краю пожежі, працівники повинні:

- дотримуватися дистанції не менше 3 м;
- тримати в полі зору своїх сусідів і постійно стежити за ними;
- якщо існує ризик оточення співробітників на краю пожежі, негайно відійдіть на безпечну відстань.

Не рекомендується гасити пожежу в гірській або горбистій місцевості:

- перебувати вище кромки пожежі на незгорілих схилах ( $>20^\circ$ ), на крутих схилах, покритих молодими хвойними деревами, чагарниками та іншими природними матеріалами;
- тримайтеся попереду фронту пожежі у вузьких западинах, печерах і каньйонах.

Перед тим, як підпалювати і гасити лісову пожежу, переконайтеся, що між фронтом пожежі і лінією вогню навпроти вогнища немає людей або обладнання.

Потім пожежний наглядач може подати сигнал для запалювання зворотного вогню.

При виїзді на пожежі при підпалі слід використовувати вогнегасні перешкоди. Вони повинні розташовуватися на відстані не менше 250 м (надійне відстань від можливого джерела загоряння) від фронту пожежі. Під час відпалу забороняється встановлювати технічне обладнання на опорну колону.

Перед гасінням пожежі в ґрунті (ґрунт-торф) необхідно провести розвідку для визначення меж горіння. Встановлені межі горіння повинні бути позначені прапором або іншими підручними засобами, значення яких повинно бути доведено до відома співробітників пожежної охорони. При проведенні розвідки меж пожежі на місцевості (землі або торфі) екіпаж повинен мати при собі тростину, звертати увагу на повалені дерева при гасінні пожежі, стояти на висоті, принаймні, яка в 2 рази перевищує висоту пожежі, і не перевищувати встановлену межу небезпеки загоряння.



При гасінні пожежі хімікатами працівники повинні стояти з протилежного боці від вогнища пожежі, щоб уникнути попадання хімікатів і продуктів горіння в дихальні шляхи.

До експлуатації протипожежного обладнання, іншого протипожежного інвентарю, спостережних веж і щогл допускаються спеціально навчені працівники, які мають сертифікати на право виконання цих робіт, видані відповідно до вимог НВО 0.00-4.1205 Типові правила про порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці [50].

## ВИСНОВКИ

1. Розраховано розмір збитків на Кінбурнському півострові, завданих неорганізованими викидами забруднюючих речовин або сумішей таких речовин в атмосферу під час надзвичайного або воєнного стану.

2. Розглянуто та описано динаміку та характер лісових пожеж, а також проаналізовано наслідки лісових пожеж у зоні Чорнобильської АЕС.

3. Визначено основні проблеми, спричинені лісовими пожежами у світі та в Україні за останні роки, їх наслідки та оцінку шкоди, завданої навколишньому середовищу, що становить особливий інтерес у контексті посилення впливу таких глобальних процесів.

Лісові пожежі в Україні мають значний вплив на глобальні процеси, такі як вирубка, втрата біорізноманіття, зміна клімату та землекористування.

Це завдає шкоди ґрунту, флорі, фауні та дикій природі – змінюючи склад видів рослинності. Лісові пожежі особливо небезпечні в районах з високим рівнем радіації, особливо в районах, забруднених радіонуклідами після аварії на Чорнобильській АЕС.

Основними проблемами, що сприяють високій поширеності лісових пожеж, є брак фінансування, неефективне співробітництво, недосконалість законодавства і недостатня підготовка кадрів. Лісове господарство є важливим посередником між суспільством і природними екосистемами, але воно також залежить від суспільства і знаходиться під впливом всіх соціально-економічних процесів.

У 2022 році наші ліси постраждали від вторгнення Російської Федерації на територію України. У 2022 році площа лісових пожеж в Миколаївській області збільшилася на 38 000%, що приблизно в 4021 раз. Майже всі великі пожежі сталися і продовжують відбуватися на косі Кімберн.

Повноцінне вторгнення Росії в Україну завдало величезної шкоди природній екосистемі нашої країни. Негативний вплив війни на навколишнє

середовище тривав 9 років з моменту російського вторгнення. Однак, починаючи з 2022 року, географія та масштаби цього впливу значно зросли. Грунтуючись на інформації з відкритих джерел, вже можна зробити попередні висновки про збиток, незважаючи на те, що значний обсяг даних про наслідки війни для природи доступний не в повному обсязі.

Основними негативними наслідками пожежі є масова загибель численних видів рослин і тварин, а також забруднення повітря сполуками вуглецю, сірки, азоту і важких металів.

Згідно з «Методикою розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або сумішей таких речовин в атмосферу внаслідок надзвичайного або воєнного стану та визначення ступеня заподіяної шкоди», визначається маса викидів забруднюючих речовин в атмосферу та розмір екологічної шкоди від забруднюючих речовин.

Найбільшими викидами в атмосферу в результаті лісових пожеж є діоксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) – 2 735 726,4 тонни, сажа – 20 725,2 тонни і монооксид вуглецю (CO) – 11 514 тонн. Сума збитку від цих 3 показників є максимальною, тобто від вуглекислого газу – 24 621 537 600 грн., сажі – 904 561 716,6 грн. і чадного газу – 502 534 287 грн. відповідно.

Щоб зменшити викиди забруднюючих речовин в атмосферу внаслідок лісових пожеж, я рекомендую наступні заходи:

- точна реєстрація зон пожежі через лісові пожежі;
- реєстрація всіх випадків лісових пожеж із зазначенням чіткої дати і часу, що саме викликало пожежу;
- чітко і точно визначити і підрахувати вплив всіх забруднюючих речовин в атмосфері, щоб зажадати вирубки територій, охоплених вогнем, а також, після закінчення війни, компенсації від країн–агресорів, адекватної оплати за відновлення цих територій, територій, зайнятих вогнем;
- відеозапис, протокол, розрахунок результатів лісової пожежі;
- негайне реагування служби пожежогасіння дозволить зупинити поширення пожежі в найкоротші терміни.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Загальні рекомендації до практичного застосування на різних рівнях екологічного управління

Загальні практичні рекомендації включають в себе ряд пропозицій, які можуть бути корисними для поліпшення стану атмосферного повітря, якості ґрунтів та охорони довкілля на території лісових масивів, а також на ділянці суші Кінбурнського півострова. Ось кілька можливих рекомендацій:

–зміцнення систем моніторингу та прогнозування пожеж: Розробка та вдосконалення систем моніторингу лісових територій для швидкого виявлення пожеж та розробки прогнозів для мінімізації їх наслідків;

–запобігання пожежам: вдосконалення програм попередження пожеж, включаючи освіту громадськості, патрулювання та дослідження пожежної безпеки;

–співпраця між сектором та державним рівнем: посилення співпраці між державними установами, громадськістю, науковою спільнотою та іншими зацікавленими сторонами для ефективного управління лісовими ресурсами та пожежами;

–розробка екосистемного підходу: підтримка розробки екосистемного підходу до управління лісами з урахуванням різноманітності екосистем та їх функцій;

–підвищення обізнаності громадськості: проведення постійних кампаній з інформування громадськості про ризики лісових пожеж, їх вплив на навколишнє середовище та способи їх запобігання.

2. Робота над впровадженням практичних рекомендацій:

–наукові дослідження та інновації: залучайте наукове співтовариство до досліджень та розробки нових технологій для ефективного виявлення та боротьби з лісовими пожежами;

–співпраця з місцевими громадами: забезпечте активну участь місцевих громад у розробці та впровадженні програм управління лісами та запобігання пожежам;

–освіта та перепідготовка: запровадити навчальні програми для працівників лісового господарства, пожежників та місцевих жителів щодо методів запобігання та боротьби з лісовими пожежами;

–впровадження найкращих практик: забезпечити впровадження найкращих практик у лісовому господарстві та протипожежному захисті на основі результатів досліджень та експертного досвіду;

–стратегія запобігання глобальному потеплінню: розробка та впровадження стратегій збереження лісів як ефективного інструменту зменшення викидів парникових газів та стримування глобального потепління;

–безперервний аудит та оцінка ризиків: ми можемо створити систему безперервного аудиту та оцінки ризику лісових пожеж, швидко реагувати на зміни ситуації та своєчасно вносити корективи;

–міжнародне співробітництво: розвивати міжнародне співробітництво в галузі управління лісами та гасіння пожеж, а також обмінюватися досвідом і ресурсами для спільного здійснення протипожежних заходів;

–фінансова підтримка: залучати фінансові ресурси для реалізації практичних рекомендацій, особливо через міжнародні гранти, підтримку державних і приватних інвесторів;

–адаптація до зміни клімату: Розробка стратегій адаптації до зміни клімату з урахуванням прогнозованих змін частоти та інтенсивності лісових пожеж.

Ці рекомендації формують основу для практичної роботи з управління лісовими ресурсами та мінімізації наслідків лісових пожеж, а також забезпечення ефективної системи охорони лісів та сталого використання цього важливого екосистемного ресурсу.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лісовий кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1994. №17. Ст.99. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. Вип. 197. Ч. 1.
2. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Правил відтворення лісів» від 01.03.2007 р.
3. Закон України «Про тваринний світ» від 16.10.2012 р. // Відомості Верховної Ради України. 2012. № 46. С. 640.
4. Закон України «Про рослинний світ» від 9 квітня 1999 р. Відомості Верховної Ради України. 1999. № 22–23. Ст. 198.
5. Аналітичні матеріали. URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/statistika-pozhez/analitichni-materiali>.
6. Від початку 2023-го в Україні сталося понад 10 тисяч пожеж – ДСНС. 2023. URL: <https://suspilne.media/552411-vid-pocatku-2023-go-v-ukraini-stalosa-ponad-10-tisac-pozhez-dsns/>.
7. Небезпека лісових пожеж 2020. URL: [http://cgz.vn.ua/nformatsya-dlya-naselennya/nformatsya-dlya-naselennya\\_473.html/](http://cgz.vn.ua/nformatsya-dlya-naselennya/nformatsya-dlya-naselennya_473.html/).
8. Причини виникнення лісових пожеж 2019. URL: <https://nais.com.ua/ua/articles/prichiny-vozniknoveniya-lesnyh-pozharov/>.
9. Кузик А. Д. Еколого-лісівничі основи пожежної безпеки лісів Малого Полісся. Державна служба України з надзвичайних ситуацій Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. Львів: СПОЛОМ, 2019. С. 15-22.
10. Лісові пожежі: як вони утворюються і чому вони такі небезпечні? 2020. URL: <https://explainer.ua/lisovi-pozhezhi-yak-voni-utvoryuyutsya-i-chomu-voni-taki-nebezpechni/>.
11. Світалінський М. Парниковий ефект та його причини і наслідки. Проблема і суть парникового ефекту. *Блог про природу*. 2020. URL:

<https://nrv.org.ua/parnykovyj-efekt-ta-jogo-prychyny-i-naslidky-problema-i-sut-parnykovogo-efekt-korotko/>.

12. Наказ «Про затвердження порядку організації та застосування авіаційних сил та засобів для гасіння лісових пожеж» від 13.04.2017 № 311.

13. Наказ «Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України» від 27.12.2004 № 278.

14. Грицюк Ю.І. Структурні компоненти задачі оптимального управління процесом боротьби з лісовими пожежами. Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. Львів : РВВ НЛТУ України. 2010. Вип. 8. С. 152-179.

15. Зібцев С.В. Охорона лісів від пожеж у світі та в Україні – виклики ХХІ сторіччя та перспективи розвитку. Лісове і садово-паркове господарство. 2012. № 1.

16. Іванець Г.В. Алгоритм прогнозування надзвичайних ситуацій природного характеру в цілому, за видами та рівнями, можливих завданих збитків внаслідок них. *Системи обробки інформації*. 2016. Вип. 8. С. 133-195.

17. Зібцев С.В., Борсук О.А. Охорона лісів від пожеж у світі та в Україні – виклики ХХІ сторіччя та перспективи розвитку. Лісове і садово-паркове господарство. 2012 р. № 3.

18. Зібцев С.В. Аналіз особливостей лісопожежної обстановки та стану протипожежної охорони лісу в зонах радіаційного забруднення. *Наукові доповіді НАУ*. 2006.

19. Позитивні та Негативні Наслідки лісових пожеж. *Довкілля вперед!* 2022. URL: [https://environmentgo.com/uk/effects-of-wildfires/#Negative\\_Effects\\_of\\_Wildfires](https://environmentgo.com/uk/effects-of-wildfires/#Negative_Effects_of_Wildfires).

20. Товарянський В. І. Підвищення ефективності забезпечення пожежної безпеки в молодих соснових лісах України: дис. докт. с.-г. наук: *Пожежна безпека*. 2017. ст. 21-22.

21. Ворон В.П., Лещенко В.О., Мельник Є.Є. Залежність виникнення пожеж від типів лісу і деревостанів та їх розвиток після пожеж. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2010. Вип. 20.8. С. 62-96.

22. Ворон В.П., Сидоренко С.Г., Мельник Є.Є., Ткач О.М. Вивчення тенденцій виникнення та пошкодження лісів пожежами в різних природних зонах України. Харків, 29-30 вересня 2015. Х.: 95 УкрНДІЛГА, 2015. 95 с.

23. Ведмідь М.М. Визначення потенційної продуктивності лісових земель. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2005. Вип. 108 с.

24. Гілітуха Д.В. Моніторинг лісів, пошкоджених пожежами та шкідниками у зоні відчуження ЧАЕС за даними ДЗЗ. *Наук. вісник НУБіП України*. 2011. Вип. 164, ч. 3. С. 55-137.

25. Зібцев С.В. Аналіз сучасної лісопожежної обстановки і стану протипожежної охорони радіаційно-забруднених лісів в зонах безумовного та гарантованого відселення. *Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України*. Наукові праці Поліської АЛНДС. Житомир:Волинь. 1998. Вип. 5. С. 138 -146.

26. Відпочинок на Кінбурнській косі. *Дороговказ*. 2023. URL: [https://ua.dorogovkaz.com/otdyh\\_na\\_kinburnskoj\\_kose.php#kinburn-zhilie](https://ua.dorogovkaz.com/otdyh_na_kinburnskoj_kose.php#kinburn-zhilie).

27. Національний парк «Білобережжя Святослава». *Національні парки та заповідники України*. 2021. URL: <https://www.nationalparks.in.ua/pryrodni-parky/mikolayiv/biloberejia-sviatoslava/>.

28. Давидов О.В. Загальна характеристика берегової системи типу «крилатий мис» Кінбурнська-Покровська-Довгий: *Науковий вісник Херсонського державного університету*. Серія: географічні науки, 2019. Вип. 11. С. 97.

29. Давиденко В. Кінбурнський півострів, Кінбурнська коса, Білобережжя. В. Давиденко, В. Чаус. ЧНУ ім. Петра Могили, Миколаїв. 2018. URL: <http://surl.li/haipn>.



30. Колісніченко П. А. *Методи та техніка наукових досліджень*. П. А. Колісніченко, Фільштейн Л. М. Кіровоградський національний технічний університет. 2016. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/55297008.pdf>.

31. Площа лісових пожеж на Миколаївщині збільшилася майже в 400 разів. *Південний офіс держпідприємства «Ліси України»*. 2023. URL: <https://thegard.city/articles/264721/ploscha-lisovih-pozhezh-na-mikolaivschini-zbilshilasya>.

32. Довкілля Миколаївщини: повоєнне відновлення. *Независимая общественно-политическая газета Николаевской области «Южная правда»*. 2023. URL: [http://www.up.mk.ua/mainpage/show\\_item/107726](http://www.up.mk.ua/mainpage/show_item/107726).

33. Шкода завдана забрудненням атмосферного Prometheus. 2023. URL: [https://courses.prometheus.org.ua/assets/courseware/v1/fb32c1a679b7e2b3760782932887f093/assetv1:ANTS+EDA101+2023\\_T1+type@asset+block/%D0%9B1-3.pdf](https://courses.prometheus.org.ua/assets/courseware/v1/fb32c1a679b7e2b3760782932887f093/assetv1:ANTS+EDA101+2023_T1+type@asset+block/%D0%9B1-3.pdf).

34. Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-22#n47>.

35. Кінбурнська коса у вогні. *Відкритий ліс*. 2022. URL: <https://www.openforest.org.ua/241734/>.

36. Охорона лісів від пожеж. *Державне агентство лісових ресурсів України*. URL: <https://forest.gov.ua/napryamkidiyalnosti/lisovegospodarstvo/ohorona-i-zahist-lisiv/ohorona-lisiv-vidpozhezh#:~:text=%>.

37. Управління екології та природних ресурсів Миколаївської ОДА. *Миколаївська ОДА*. 2023. URL: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=535465732092617&set=a.228463186126208&type=3&theater>.

38. Небезпека виникнення пожеж в екосистемах. Львівська міська рада. URL: <https://city-adm.lviv.ua/lmr/socialni-iniciativi/3095-nebezpeka-vynyknennia-pozhezh-v-ekosystemakh>.

39. Горіння деревини: властивості і продукти. 2023. URL : <https://moyaosvita.com.ua/fizuka/gorinnya-derevini-vlastivosti-i-produkti-gorinnya/#i-3>.

40. Визначення впливу лісових пожеж на забрудненість ґрунтів важкими металами. *Міністерство освіти та науки України*. 2018. URL : [https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/3\\_nauka/konkurs/lisovi\\_pozhezhi.pdf](https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/3_nauka/konkurs/lisovi_pozhezhi.pdf).

41. Загальні відомості про небезпеку пожеж. Віртуальний університет ЛДУ БЖД. 2011. URL : <http://virt.ldubgd.edu.ua/mod/page/view.php?id=1601>.

42. Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України*. 2022. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-22#n47>.

43. Барсукова О. Окупанти знищують Кінбурнський півострів: 4 млн дерев постраждали від пожеж. Олена Барсукова. *Українська правда*. 2023. URL : <https://life.pravda.com.ua/society/2023/05/11/254241/>.

44. «Пекло у раю»: Як окупанти знищували Кінбурнську косу, вбиваючи природу і тероризуючи місцевих. *Bihus.info*. 2022. URL : <https://bihus.info/peklo-u-rayu-yak-okupanty-znyshhuvaly-kinburnsku-kosu-vbyvayuchy-prirodu-i-teroryzuyuchy-miscevyh/>.

45. Правила пожежної безпеки в лісах України. Державний комітет лісового господарства України. 2004. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE10608?an=8>.

46. Правила охорони праці для працівників лісового господарства та лісової промисловості (32394). ДНАОП законодавча база URL: [https://dnaop.com/html/32394\\_10.html](https://dnaop.com/html/32394_10.html).

47. Вимоги безпеки під час гасіння лісової пожежі. *StudFiles*. 2016. URL: <https://studfile.net/preview/5797639/page:26/>.

48. Заходи безпеки у разі виникнення пожеж в екосистемах. *Українська громада*. 2022. URL: <https://ukrainska-gromada.gov.ua/community/zahody-bezpeky-u-razi-vynyknennya-pozhezh-v-ekosystemah.html>.

49. Лісові пожежі – гасіння, наслідки та причини виникнення Nrv UA *Блог про природу*. 2021. URL: [https://nrv.org.ua/lisovi-pozhezhi-hasinnya-naslidky-ta-prychyny-vynyknennya/#article\\_content](https://nrv.org.ua/lisovi-pozhezhi-hasinnya-naslidky-ta-prychyny-vynyknennya/#article_content).

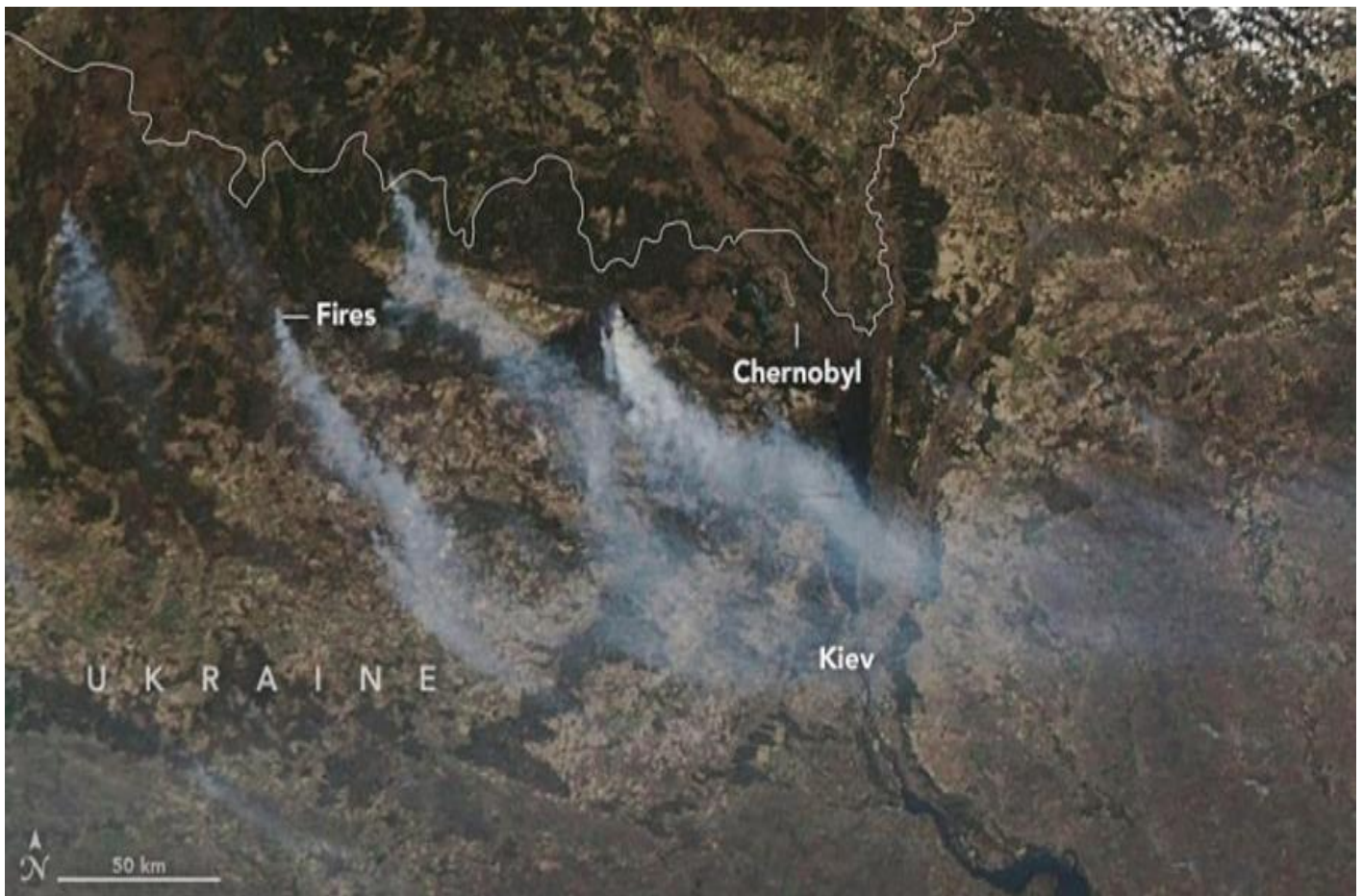
50. Основні вимоги пожежної безпеки під час перебування в лісі. *Ямницька територіальна громада*. 2021. URL: <https://yamnytsyaotg.if.ua/2021/03/osnovni-vymohy-pozhezhnoji-bezpeky-pid-chas-perebuvannya-u-lisi/>.

## ДОДАТКИ

Додаток А – Зони ймовірних пожеж в лісах декількох регіонах України

Область	Загальна площа зони ймовірних пожеж, тис. га	В зоні можливих лісових пожежі, тис. га	
		Сильних верхових з низових	Слабких і низових
1	2	3	4
Вінницька	310	30	280
Волинська	590	350	240
Житомирська	920	520	400
Київська	550	370	180
Рівненська	720	490	230
Сумська	390	150	240
Чернігівська	230	110	120
Черкаська	280	84	196
Хмельницька	240	70	170

Додаток Б – Зафіксована супутником пожежа в зоні відчуження ЧАЕС.



Додаток В – Рангування важких металів за елементним індексом забруднення ґрунтів важкими металами (ІНМ)

