

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Лісового господарства та екології

Кафедра екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

**Петрик Валентин Олександрович**

УДК 630\*43:504.054

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ  
ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОГО  
БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА**

Спеціальність 101 – Екологія

Подається на здобуття освітнього ступеня Магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Петрик В.О.

Науковий керівник:

Зимарова А.А.

канд. біол. наук, доцент

Житомир-2023

## АНОТАЦІЯ

Петрик В.О. Екологічні наслідки лісових пожеж на території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 101 – Екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Кваліфікаційна робота присвячена вивченню наслідків пожеж 2020 року в екосистемах Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника. Постпірогенні наслідки були катастрофічними для фітоценозів Заповідника. Пожежі чотирьох великих осередків вогню охопили площі 51 806,5 га із загальної площі пожеж цього року (66 222,5 га). На 25 % територій пірогенного впливу рослинні угруповання зазнали суттєвих змін. Ліси пройдені вогнем здебільшого характеризуються високим еколого-лісівничим потенціалом, а також високим потенціалом (81,6 %) природного відновлення лісових насаджень. Заповідне ядро було порушено незначно, тому збереже свій природоохоронний потенціал і здатність до відтворення біорізноманіття, а це дозволить Заповіднику зберегти свої природоохоронні функції. Високий лісівничий потенціал більшості територій Заповідника, що зазнали впливу вогню, дає можливість їм відновитися самостійно, тому людині не слід втручатися з метою лісовідновлення у природні процеси. У соснових і дубово-соснових деревостанах Заповідника ступінь трансформації надґрунтового покриву, який зазнав пірогенного впливу, визначається інтенсивністю вогню. На площах з низьким лісівничим потенціалом лісовідновлення здійснюється за наявності чіткого плану робіт.

**Ключові слова:** пожежі, зона відчуження, заповідник, відтворення, біорізноманіття, пірогенний вплив, лісовідновлення.

## ANNOTATION

Petryk V.O. Ecological consequences of forest fires on the territory of the Chernobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve - Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for the educational degree "Master" in specialty 101 - Ecology. - Polissia National University, Zhytomyr, 2023.

The qualification work is devoted to the study of the consequences of the 2020 fires in the ecosystems of the Chernobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve. The post-fire consequences were catastrophic for the phytocoenoses of the Reserve. The fires of four large fire centers covered an area of 51,806.5 hectares out of the total area of fires this year (66,222.5 hectares). In 25% of the areas of pyrogenic impact, plant communities have undergone significant changes. The forests affected by the fires are mostly characterized by high ecological and silvicultural potential, as well as a high potential (81.6%) for natural regeneration of forest plantations. The reserve core has been insignificantly disturbed, so it will retain its conservation potential and ability to reproduce biodiversity, which will allow the Reserve to maintain its conservation functions. The high forestry potential of the majority of the Reserve's fire-affected areas allows them to recover on their own, so humans should not interfere with natural processes for reforestation. In the pine and oak-pine stands of the Reserve, the degree of transformation of the pyrogenically affected aboveground cover is determined by the intensity of the fire. In areas with low silvicultural potential, reforestation is carried out in accordance with a clear work plan.

**Keywords:** fire, exclusion zone, reserve, restoration, biodiversity, pyrogenic impact, reforestation.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
Розділ 1. ПОСТПРОГЕННІ НАСЛІДКИ В ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД).....	9
1.1. Зміни в екосистемах викликані пожежами.....	9
1.2. Особливості постпірогенного відновлення наземного покриву.	11
1.3. Особливості постпірогенного відновлення деревно-чагарникового ярусу рослинності.....	12
Розділ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	15
2.1 Програма проведення досліджень.....	15
2.2 Методика проведення досліджень.....	15
2.3 Характеристика умов проведення досліджень.....	17
Розділ 3. АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ 2020 РОКУ НА ТЕРИТОРІЇ ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА.....	19
3.1. Причини виникнення пожеж 2020 року на території Заповідника.....	19
3.2. Постпірогенні наслідки для флори Заповідника.....	20
3.3. Вплив пожеж на фауну Заповідника.....	30
ВИСНОВКИ.....	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	37

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** На території зони відчуження Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника (далі – Заповідник) найбільш масштабним і надзвичайно катастрофічним явищем були періодично виникаючі пожежі (1992, 2015 років і остання велика пожежа – 2020 року). Пожежа 2020 року спричинила суттєві матеріальні збитки, призвела до негативних екологічних наслідків та змінила радіоекологічну обстановку у зоні відчуження, оскільки викликала повторне перенесення радіонуклідів [19]. Лісові пожежі, які періодично виникають у Заповіднику в періоди катастрофічних посух, мають здатність призводити до суттєвих змін міграційних процесів, до змін процесів поглинання радіонуклідів рослинами прилеглого насадження (при цьому склад деревостану і показники зволоження залишаються незмінними) і ініціювати посилення процесів вертикальної міграції радіонуклідів спочатку у ґрунтові води, а далі в річки, а також призводять до піднімання радіонуклідів в приземні шари повітря з процесами вітрової ерозії. Всі компоненти екосистеми зазнають глибоких і тривалих перебудов у результаті пожеж, які спричиняють також зростання варіабельності структур фітоценозу. Тому, вивчення екологічних наслідків лісових пожеж у Заповіднику є досить актуальним.

**Мета і завдання дослідження.** Мета дослідження – оцінити наслідки лісових пожеж 2020 року з використанням сучасних геоінформаційних систем та космічних технологій дистанційного зондування поверхні Землі на території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника та зони відчуження у розрізі функціонального зонування території та характеру лісової рослинності, а також оцінити розповсюдження видів рослин, які занесені до Червоної книги України та пошкодження їх місцезростань.

Для досягнення означеної мети вирішували наступні завдання:

- здійснити оцінку площі пожеж з використанням даних супутникової зйомки;
- виявити зміни в стані рослинного покриву шляхом порівняння вегетаційних індексів NDVI;
- провести моніторинг безпеки ландшафтів із застосуванням даних дистанційного зондування поверхні Землі;
- здійснити моніторинг динаміки відновлення екосистем Заповідника після пожеж.

**Об’єкт дослідження** – екологічні наслідки пожежі 2020 року на території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника.

**Предмет дослідження** – особливості реагування екосистем Заповідника на пірогенні ушкодження.

**Методи дослідження** – спостереження, експеримент, порівняння, математичний та просторовий аналіз даних відносно природних комплексів, на яких є пірогенні зміни, на базі застосування сучасних інформаційних технологій; логічний та статистичний методи; космічні технології дистанційного зондування поверхні Землі.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Наукова новизна кваліфікаційної роботи полягає в тому, що вперше:

- визначено ступінь ушкодження заповідних земель в межах Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника пожежами 2020 року;
- встановлено вплив пожеж на видове різноманіття та ступінь здатності екосистем Заповідника до самовідновлення.

**Практичне значення одержаних результатів.** Отримані результати дають можливість:

- оцінити еколого-лісівничий потенціал та потенціал природного відновлення на ділянках території Заповідника, уражених пожежею;
- оцінювати трансформацію надґрунтового покриву у результаті пірогенного впливу;

- розрахувати втрати у результаті пожежі рідкісних біотопів у межах Заповідника, які мають важливу природоохоронну функцію;
- обґрунтувати прогнозування змін, яких можуть зазнати екосистеми Заповідника за впливу пожеж.

**Апробація результатів дослідження.** Результати кваліфікаційної роботи були оприлюднені на V-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Водні та наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття - 2023» (м. Житомир), XI-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ліс, наука, молодь» (м. Житомир); III-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ефективність агротехнологій зони Полісся України» (м. Житомир).

**Публікації.** 1. Зимароєва А.А., Цимбалюк О.Ю., Петрик В.О., Шулежко Д.В. Моніторинг біорізноманіття на територіях охоплених пожежею у Чорнобильському радіаційно-екологічному біосферному заповіднику. Водні та наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття–2023 : матеріали V-ї Всеукр. наук.-практ. конф. / зб. наук праць. Житомир : вид-во ПНУ, 2023. С. 4-6.

2. Петрик В.О. Оцінка впливу пожеж на лісові екосистеми Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника. «Ліс, наука, молодь» : матеріали XI-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 23 листопада 2023 року, Житомир, 2023. С..

3. Петрик В.О., Шулежко Д.В., Зимароєва А.А. Постпірогенний вплив на ландшафти у Чорнобильському радіаційно-екологічному біосферному заповіднику. «Ефективність агротехнологій зони Полісся України» : матеріали III-ї Всеукр. наук.-практ. конф. 23-24 листопада 2023 р. Житомир, 2023. С..

# РОЗДІЛ 1

## ПОСТПРОГЕННІ НАСЛІДКИ В ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)

### 1.1. Зміни в екосистемах викликані пожежами

Зона відчуження Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника має в собі наслідки великих катастрофічних пожеж. Найбільш масштабними і небезпечними вони були у 1992, 2015 та 2020 роках [1-4]. Пожежа 2020 року спричинила суттєві матеріальні збитки, призвела до негативних екологічних наслідків та змінила радіоекологічну обстановку у зоні відчуження, оскільки викликала повторне перенесення радіонуклідів [4]. Лісові пожежі на територіях забруднених радіонуклідами, призводять до інтенсифікації процесів міграції. Так, у нормі до мінеральної частини ґрунту переходить 40% радіоцезію, а після верхових пожеж – до 80% [5]. Окрім цього, лісові пожежі призводять до того, що органічна частка підстилки піддається озоленню, що викликає вивільнення рухомих форм радіонуклідів через процес руйнування ґрунтових органо-мінеральних комплексів, що містять у своєму складі радіонукліди [6]. На те, що лісові пожежі спричиняють суттєві зміни у перебігу міграційних процесів та накопиченні радіонуклідів фітомасою деревостанів при стабільних показниках зволоженості та складу насадження вказували і О. Sungmin, Х. Hou, R. Orth [7], S. Stoulos, A. Basis, A. Ioannidou [8] та ін. Окрім цього, як зазначали P.R. Robichaud та інші вони можуть посилювати процеси вертикальної міграції їх у ґрунтові води та в подальшому в річки, а також підйом їх в приземні шари повітря з вітровою ерозією [9].

Пожежі у лісах спричиняють глибоку та тривалу перебудову усіх складових компонентів екосистем та зростання варіабельності структури фітоценозів. Питаннями просторового розподілу радіоактивності та їх моделюванням у просторі займалось багато вчених [10-12]. Вигорання органічної частки ґрунтів, акумульованої у підстилці та фітомасі, підвищує



вміст зольних елементів та мінералізованого азоту, посилює нагрівання поверхні ґрунту та має місце підвищення його кислотності [13]. Внаслідок цього перебіг хімічних процесів у ґрунті змінюється та супроводжується посиленням дернового процесу утворення ґрунту. Це призводить до спалахів розвитку трав'янистої рослинності. Поступово, після відновлення мохового покриву у формуванні ґрунтового покриву починає відновлюватися підзолистий цикл [14-17]. Зі змиканням трав'янистого ярусу, мікроклімат поступово стабілізується, а зі змиканням деревостанів набуває характерних для лісових екосистем властивостей [18].

Як показують статистичні дані, для природніх лісів помірної кліматичної зони характерним є повторення великих лісових пожеж кожні 10–20 років [19]. Це призводить до циклічного характеру процесів поновлення соснових насаджень, і, як наслідок, до утворення мозаїчно-щаблевого характеру деревостану. Мозаїчне вигорання ґрунтового покриву, обумовлюється особливостями локалізації горючих матеріалів у екосистемах, які були сформовані до пожеж, що впливає на насіннєве і вегетативне поновлення угруповань трав'янистого покриву та дерев [20]. Нерівномірне вигорання частково викликане утворенням в лісі осередків сухостою, які стають причинами переходу низових пожеж у верхові. Перехід до верхових пожеж спричиняється також накопиченням опадів хвої. З огляду на це, імовірність виникнення верхових пожеж у молодих сосняках, особливо в загущених насадженнях, які вирощуються без нагляду, є значно вищою, ніж у природніх лісових угрупованнях [21]. Багато дослідників сучасності в Україні та за кордоном вказують на те, що до сильних лісових пожеж призводять висока вологість ґрунту, відносна вологість і екстремальні температурні аномалії. Саме ці показники були причиною найбільших лісових пожеж 2020 року. При цьому, показники пожежної небезпеки на момент пожежі у квітні 2020 року були вищими, ніж для інших зареєстрованих великих пожеж [1, 12, 14, 22].

Вогонь призводить до різких змін у хімізмі ґрунтів і викликає спалах розвитку трав'янистої рослинності, а це в свою чергу запускає дерновий цикл ґрунтоутворення. Після відновленням мохового покриву, що призводить до «підкислення» ґрунтового розчину, цикл ґрунтоутворення знову змінюється на підзолистий. Коли трав'яний ярус зникається, відмічається поступове зменшення амплітуди добових показників мікроклімату. А зникання деревостанів дає значення цих показників наближені до таких в умовах лісів.

## **1.2. Особливості постпірогенного відновлення наземного покриву**

Заростання післяпожежних ділянок залежить від низки чинників: особливостей клімату, рівня порушень у рослинному покриві, рослинності, яка оточує ушкоджену ділянку, змін умов місцезростання рослин, наявності достатньої кількості насінневого матеріалу та потрібних механізмів його розповсюдження, від здатності рослинності до вегетативного розмноження [41].

Відмічено, що до складу післяпожежних ценозів зони відчуження входять рослини, які можна об'єднати у чотири групи видів [23]: 1. Ті, які могли зберегтися ще з допожежних флористичних угруповань (вони зазвичай відновлюють чисельність насінням або вегетативним способом); 2. Повністю знищені після пожеж види, які можуть бути відновлені лише через потрапляння діаспор із сусідніх територій; 3. Ті, котрі до пожежі перебували в ґрунтах у стані спокою, а потім відновлюються вегетативно або через банк насіння; 4. Відсутні у допожежних рослинних угрупованнях види, діаспори яких переносяться за допомогою різних агентів ззовні.

Якщо в післяпожежних ценозах переважає перша група видів, то це вказує на досить слабе порушення рослинного покриву у результаті пожеж і на добру збалансованість рослин з довкіллям. Сумарний індикатор змін умов місцезростання і порушеності рослинного покриву визначається участю представників інших груп [39]. Так, для невеликих за площею згарищ, що знаходяться поряд з корінними рослинними угрупованнями характерні високі

темпи відновлення видами 2-ї групи, які досить добре збереглися після пожежі. Види 3-ї і 4-ї груп протягом тривалого часу переважають на сильно вигорілих великих ділянках.

Якщо говорити про флору допожежних угруповань, то ті з них, які мають у ґрунті підземні органи поновлення зберігаються найкраще, оскільки є стійкими до дії вогню [41]. Саме наявністю у ґрунті вегетативних органів і прихованого насіння пояснюється швидке заселення багатьма видами рослин згарищ. Окрім того, швидкість розростання особин та енергія росту рослин, що виникли у результаті вегетативного розмноження є значно вищою, ніж у особин, які мають насінне походження. Коренева конкуренція дерев і добре розвинений трав'яний покрив в звичайних умовах утруднюють проростання насіння, тоді як на згарищах вплив цих чинників слабшає, або й взагалі зникає. Тоді тут має місце масове проростання запасів насіння з ґрунтів [36].

### **1.3. Особливості постпірогенного відновлення деревно-чагарникового ярусу рослинності**

До пожежі в склад насаджень зони відчуження входили поширені деревні породи: сосна, осика, береза, дуб, акація [37]. Підріст саме цих порід відмічається і на згарищах, проте в інших, порівняно з допожежними, пропорціями видів у деревостанах. Листяні породи переважають у перші після пожежі роки, оскільки вони рясно плодоносять і здатні до вегетативного розмноження [38]. Так, береза і акація успішно конкурують з трав'янистою рослинністю, мають високі прирости по висоті і саме тому швидко розповсюджуються по території. Тому в майбутніх лісових угрупованнях їх частка є вищою допожежних показників. Акація біла в перші роки стає домінуючою породою на згарищах, тому що добре і швидко поновлюється як насінним, так і вегетативним шляхом. Ця деревна порода захоплює малоушкоджені пожежею площі навколо інших деревних порід і здатна утворювати цілі смуги двох-трьохметрового підросту, витягнуті у бік вітрових

потоків, куди висипалося насіння [37]. Проте, ця лісова культура не може забезпечити повноцінне поновлення лісу ніяким чином

Спостерігається інтенсивне поновлення берези, у якої після пожежі посилюється здатність до вегетативного розмноження [34]. Проте відновлення цієї породи залежить від наявності материнських дерев на прилеглий території і є досить нерівномірним.

Після високоінтенсивних низових (перехідних) пожеж під зрідженим пологом інтенсивно розвивається злаково-осокова рослинність, а це перешкоджає природним процесам поновлення сосни [40]. Вцілілі надземні частини листяних порід та вцілілі корені листяних порід починають давати підрости.

Сосна звичайна була домінуючою лісоутворюючою породою до пожежі. Проте на згарищах кількість підросту незначна через відсутність насінневих дерев на лісосіках та несприятливі кліматичні умови [40]. Значна кількість сходів сосни гине через посуху впродовж першого року життя.

Щоб природне поновлення сосни на згарищах було успішним потрібно, щоб були збережені і рівномірно розміщені насінники та ступінь і площа вигорання органічного субстрату, коренів і бруньок вегетативного поновлення конкуруючих деревних і трав'янистих рослин була незначною [40].

Виникненню природного лісовідновлення сприяють слабкі низові пожежі, оскільки вони знищують лісову підстилку [41]. Для всіх деревних порід характерним є куртинний характер розміщення підросту по всій площі згарищ.

Ще на початку 20-го століття піднімалось питання про те, якому способу лісовідновлення (штучному чи природному) надати перевагу в умовах Полісся. В Україні у практиці ведення лісового господарства не здійснювали цілеспрямоване заліснення площ не вкритих лісом природним шляхом. Більш ефективним способом лісовідновлення вважалось створення лісових культур [33].

Ще в 1927 р. В. Є. Шмідт [35] доводив, що на довічно лісових землях природне лісовідновлення можливе лише за певних умов. На вирубках процес формування лісових насаджень відбувається впродовж 15-20 років, а дальність розсіювання насіння сосни становить 15-25 м від стіни лісу.

Щільний трав'яний покрив, котрий досить швидко розвивається за рахунок збільшення освітленості ділянки, яка звільнена від дерев, стає головною перешкодою для природного поновлення сосни і берези [34, 40]. Можливість появи самосіву можливе лише за умови порушення ґрунтового покриву. Перший етап сукцесії утворення лісової рослинності починається з формування на відкритих ділянках листових деревостанів представлених березняками, осичниками та чагарниковими асоціаціями [34]. Під наметом цих порід-піонерів надійний ярус сосни сформується тільки через 50-60 років, причому окремі ділянки можуть залишитись безлісими навіть десятиріччя після пожежі.

Природне постпірогенне лісовідновлення часто йде в напрямку небажаному з господарських міркувань, тому що м'яколистяні породи, які масово розростаються на перелогах, погіршують санітарний стан і товарність деревостанів [42] через виникнення уражень хворобами і шкідниками [19]. Але якщо нові насадження краще виконують спеціальне захисне призначення (наприклад, стабілізацію потоків радіонуклідів у малому колі колообігу речовин у лісовому біогеоценозі), то зміна порід може бути припустимою [17].

У зоні відчуження в складі насаджень трапляються і інші породи, які не можуть виступати як самостійні лісоутворювачі. Домішки цих порід до основних деревних порід інколи сприяють покращенню ґрунтових умов, а також урізноманітнюють видовий склад лісових насаджень [41].

## РОЗДІЛ 2

### ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Програма проведення досліджень

У відповідності з поставленою метою досліджень для вирішення поставлених задач програма досліджень передбачала наступне:

- аналітичний огляд літературних джерел з метою пошуку шляхів вирішення поставлених завдань дослідження;
- розробку календарного плану проведення досліджень та аналіз методик їх проведення;
- опанування методиками досліджень;
- оцінку площі пожеж з використанням даних супутникової зйомки;
- проведення польових досліджень згарищ;
- здійснення аерофотозйомки з використанням безпілотних літальних апаратів;
- аналіз отриманих супутникових знімків високої роздільної здатності;
- здійснення моніторингу безпеки ландшафтів;
- оцінку впливу пожеж на фауну Заповідника;
- статистичну обробку та аналіз результатів досліджень та формулювання висновків.

#### 2.2. Методика проведення досліджень

Оцінку площі пожеж виконано з використанням даних супутникової зйомки. Окрім цього, кожен з етапів досліджень включав: польові дослідження згарищ, аерофотозйомку з використанням безпілотних літальних апаратів, а також аналіз отриманих супутникових знімків високої роздільної здатності. Дослідження охоплює площу, пройдену пожежами у зоні відчуження – 66222,5 га, з них 51806,5 га знаходиться на території Заповідника. При цьому використовували ГІС-інструментарій ArcGis компанії ESRI.

Для вирішення завдань застосування ГІС-технологій для безпеки ландшафтів із використанням даних дистанційного зондування поверхні Землі застосували матеріали з набору інструментів Operational Land Imager (OLI) та Thermal Infrared Sensor (TIRS), які встановлено на американському супутнику Landsat 8 (Geological Survey (U.S.)). Продукти обробки супутникової інформації, використані в даному дослідженні, розміщені на геопорталі геологічної служби США (United States Geological Survey) [23; 24], у системі пожежної інформації для управління ресурсами (FIRMS) [25]. Цей метод можна використовувати також для моніторингу біорізноманіття у Чорнобильському радіаційно-екологічному біосферному заповіднику [26-28].

Для моніторингу безпеки ландшафтів використовувалися індекси, які є похідними від спектральних каналів сенсорів, які встановлені на американських супутниках Landsat-8 або Sentinel-2 (ratio of spectral bands) [28]. Слід зазначити, що у Sentinel-2 роздільна здатність спектральних каналів є вищою, ніж у Landsat-8. Проте супутник Sentinel-2 працює на орбіті з 23 червня 2015 р., тому якщо є необхідність одержати ретроспективну інформацію про екосистеми, є можливість користуватися інформацією з супутника Landsat-8 (або більш ранніх супутників серії Landsat). Для поточного моніторингу перевагу має інформація з супутника Sentinel-2. Крім того, комбінуючи інформацію з обох джерел можна одержати дані з більшою часовою роздільною здатністю, або є можливість одержати сцени без високого рівня хмарності.

За допомогою супутникових даних та виїздів з метою огляду стану лісів пройдених пожежами в натурі оцінювали стан лісів після пожеж. Шляхом порівняння вегетаційних індексів NDVI 2019, 2020 та 2021 року виявлялися зміни в стані рослинного покриву. Внаслідок пошкодження пожежами відбуваються зміни в природних комплексах, які відображаються на проходженні вегетації та можуть бути виявлені з використанням супутникових даних. Після аналізу отриманих супутникових знімків були здійснені виїзди на пошкоджені території з метою валідації даних дешифрування. Зазначені

методи дозволили оцінити орієнтовну площу та місцезрешташування загиблих лісів, значно пошкоджених боліт і перелогів.

Аналіз часової динаміки нормалізованого індексу пожеж був основою для здійснення моніторингу динаміки відновлення екосистем після пожеж, а також для встановлення площ екосистем, які зазнали впливу пірогенного фактору. Багатовимірний статистичний аналіз комплексу індексів на одну дату є досить важливим у аналізі результатів досліджень такого характеру. Наприклад, аналіз головних компонент сукупності представлених індексів на дату, яка відповідає найбільшій вегетаційній активності покриву рослин, дасть змогу отримати відомості щодо різноманіття оселищ рослин та про стан їх біотичних потенціалів. В решті решт, тензорний аналіз динаміки сукупності індексів у часі дозволяє пізнавати комплексну динаміку еколого-ландшафтних систем [27].

Стан фауни визначали за даними польових спостережень на ділянках території Заповідника, що зазнали впливу пожеж.

### **2.3. Характеристика умов проведення досліджень**

Дослідження проведені у Чорнобильському радіаційно-екологічному біосферному заповіднику, який є найбільшим за площею об'єктом природно-заповідного фонду України (загальна площа складає 226 964,7 га) [43]. Він розміщений на території Вишгородського району Київської області і знаходиться в юрисдикції адміністрації Чорнобильської зони відчуження і на землях безумовного відселення.

Питання формування об'єкту природно-заповідного фонду в зоні відчуження науковцями та громадськістю було актуальним протягом тривалого часу. З метою створення заказника з 2013 по 2016 рік було проведено низку нарад за участю Міністерства екології та природних ресурсів України, Державного агентства України з управління зоною відчуження, Національного екологічного центру України, Національної академії наук України та інших учасників.



Указом Президента України у 2016 році в зоні відчуження започатковано Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник. Рівно через 30 років після аварії на Чорнобильській АЕС (26 квітня 2016 року) відбулося офіційне відкриття Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника. Основною метою створення заповідника було збереження унікальної флори і фауни, стабілізація гідрологічного режиму, реабілітація радіаційно забруднених земель та проведення наукових досліджень у галузі екології, природознавства та географії.

На території заповідника спостерігається велике різноманіття: 23 наземні та 7 водних фітосистем, 5 різних ландшафтів, 303 види хребетних тварин, 1259 видів вищих рослин, 200 видів мохів та 120 видів лишайників.

Головний офіс заповідника знаходиться в селі Іванків, частина адміністративного персоналу – в Києві. До складу Заповідника входить кілька структурних підрозділів: відділ екології флори та фауни, відділ відтворення та охорони тваринного світу, відділ пропаганди та екоосвіти, юридичний сектор, та інші відділи, які забезпечують функціонування установи.

Перш за все, заповідник – це науково-дослідна установа, яка проводить наукові дослідження як прикладного так і фундаментального плану з залученням працівників відділу екології флори та фауни. Досить важливим є вектор діяльності щодо організації просвітницької роботи з громадськістю Іванківщини та Полісся. У зв'язку з цим було створено відділ адвокації та екоосвіти. Фахівці відділу постійно працюють з громадськістю, розповідають про місію заповідника, читають лекції для молоді.

Одне з найважливіших завдань заповідника – донесення правдивої інформації про ситуацію в зоні відчуження. Для цього активно розвивається сайт заповідника та його сторінка у Facebook, організуються прес-тури та інші заходи для ЗМІ та громадськості.

### РОЗДІЛ 3

## АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ 2020 РОКУ НА ТЕРИТОРІЇ ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА

### **3.1. Причини виникнення пожеж 2020 року на території Заповідника**

Наймасштабніші в історії зони відчуження лісові пожежі відбулися протягом квітня та травня 2020 року. Вони знищили та пошкодили тисячі гектарів природних ландшафтів. Найнебезпечнішими за масштабами та наслідками були 4 осередки лісових пожеж [29]. Одна з найбільших взяла початок 3 квітня 2020 р на території Древянського природного заповідника, як наслідок підпалу сухотрав'я місцевими жителями с. Рагівка. Звідти пожежа поширилася територією Котовського лісництва. Внаслідок підпалу сухоостою розпочалася і друга за масштабами пожежа на території Дитятківського лісництва, звідки вогонь перекинувся на територію Заповідника та зони відчуження. Причини третьої за масштабами пожежі, що розпочалася з території Паришівського лісництва, встановити досі не вдалося. Четверта пожежа у зоні відчуження, що локалізувалася у безпосередній близькості до зони розміщення радіоактивних відходів, поширилась і територією Заповідника також.

Сприятливими для виникнення пожеж виявилися погодні умови 2019 – 2020 років, а саме надзвичайно тепла зима та відсутність снігового покриву. Згідно спостережень Українського Гідрометцентру (метеостанція Чорнобиль), у 2019 році зафіксовано близько 61% від середньорічної норми опадів та перевищення на 2,6°C середньорічної норми температури повітря. Погодні умови осінньо-зимового періоду також сприяли подальшому зневодненню горючих матеріалів та підвищенню рівня небезпеки виникнення лісових пожеж [30].

У всіх декадах з листопада 2019 року по квітень 2020 року фіксувалися вищі значення середньої температури повітря порівняно з аналогічними декадами попередніх років і, особливо, порівняно з багаторічною нормою. На 30% перевищував норму і дефіцит опадів. Подальшому зниженню вологості лісової підстилки, трав'яного покриву та верхнього шару ґрунту додатково сприяла безсніжна зима 2019-2020 р. Низькою була і відносна вологість повітря протягом квітня 2020 року, при цьому значення цього параметра варіювало в межах 20-40% протягом денних годин, при мінімальному зафіксованому значенні цього параметра 16%. Такі погодні умови додатково ускладнені підвищеними швидкостями вітру обумовили швидке поширення пожеж та складність їх ліквідації.

Зимово-весняний період 2020 року також відзначався надмірно низькою водністю річок та інших водних екосистем зони відчуження. Низькі вологозапаси ґрунтів водозборів річки Прип'ять та її приток, а також дефіцит снігу та низька цементація ґрунту (промерзання не перевищувало 10 см), призвели до відсутності весняного водопілля. З огляду на це, вкрай несприятливими виявилися умови для забезпечення протипожежних заходів (низька зволоженість заплав та торфовищ, пересихання більшості протипожежних водойм та інших водних об'єктів). Низькою водністю каналів меліоративної системи «Прип'ятська» обумовилося і загоряння торфовищ району «Крива Гора – Чапаївка».

### **3.2. Постпірогенні наслідки для флори Заповідника**

Було встановлено, що найбільшу частку територій, що зазнали пірогенного впливу, складають ліси – 64,3%, перелоги – 21,6%, болота займають 5,7%, горільники минулих років і загиблі лісові насадження – 5,3% [29, 30] (табл. 3.1, рис. 3.1).

Навесні 2020 року пожежі на території зони відчуження тривали майже місяць, через що ушкоджень зазнали великі площі лісових насаджень, яким було завдано найбільше шкоди, та екосистеми луків та боліт. Слід

враховувати, що у деревних видів ступінь ушкодження і здатність до регенерації є різною.

Таблиця 3.1.

**Пошкодження екосистем зони відчуження внаслідок лісових пожеж  
(квітень 2020 року), га**

Категорія земель	Загальна площа пожеж, га		
	всього по Заповіднику	всього по зоні поведження з радіоактивними відходами, га	разом по зоні відчуження, га
Ліси	32413,1	10179,2	42592,3
Перелоги, галявини	10721,8	3558,8	14280,6
Болота	3530,5	235,6	3766,1
Згарища, загиблі насадження	3513,6	4,6	3518,2
Незімкнуті лісові культури	64,9	0	64,9
Просіки, візири	291,2	69,2	360,4
Дороги	157,8	27,4	185,2
Протипожежний розрив	60	31,6	91,6
Водні об'єкти	738,1	119,8	857,9
Інші землі	315,5	189,8	505,3
Всього	51806,5	14416	66222,5

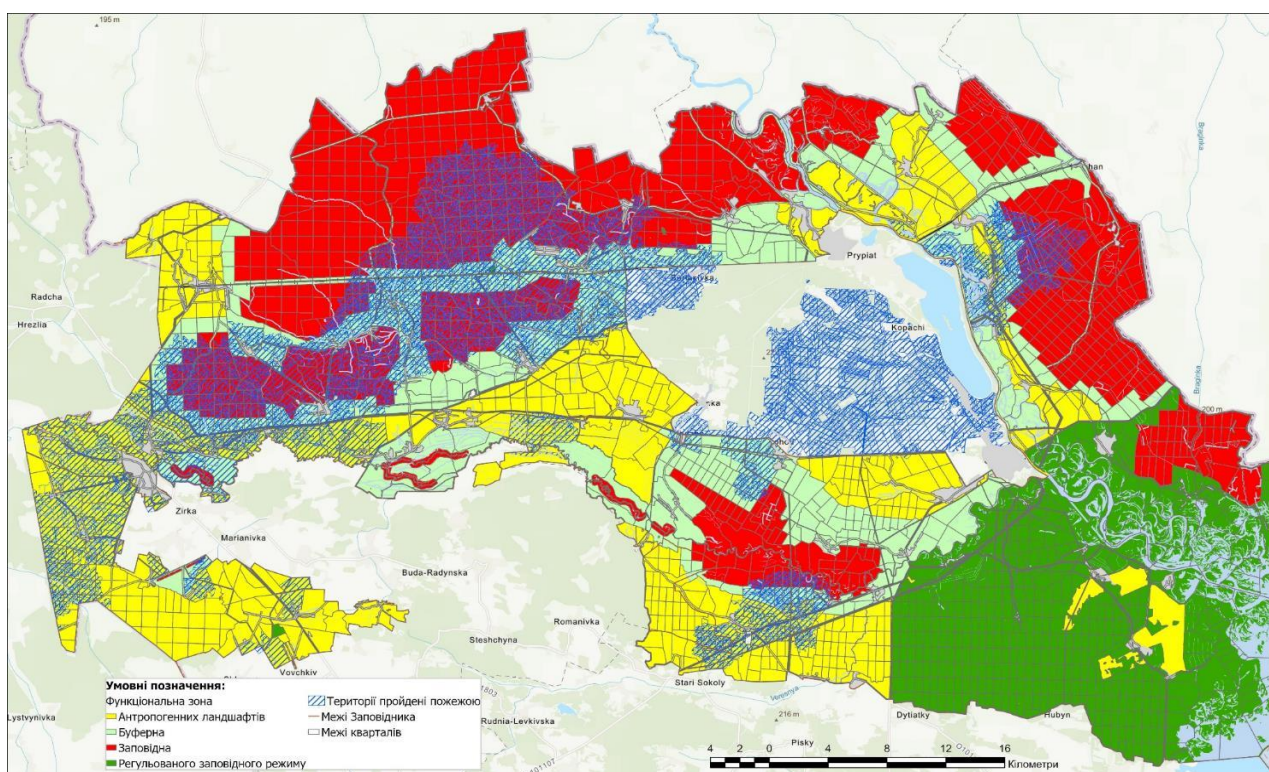


Рис. 3.1. Поширення пожеж у розрізі функціонального зонування Заповідника

Чистим сосновим лісам серед породного складу всіх лісів завдано найбільшої шкоди. Частина сосняків загинула у перші тижні після пожежі, а ті, що залишилися, будуть відмирати ще наступні 2–3 роки. До регенерації вегетативним шляхом мають високу здатність листяні породи. Вони почали активно відновлюватися вже через 1-3 місяці після припинення вогню. Розподіл лісів за типами деревостанів на територіях, що зазнали пірогенного впливу представлено на рис. 3.2.

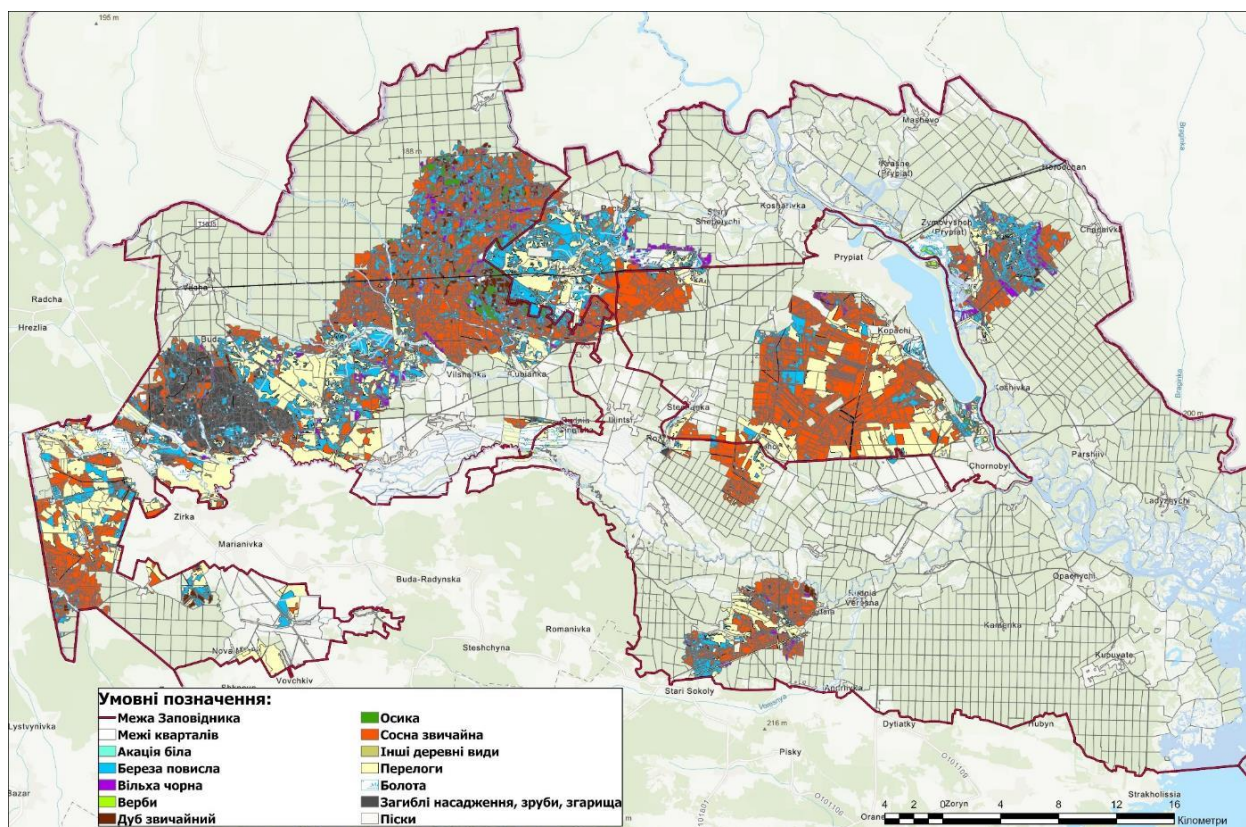


Рис. 3.2. Розподіл територій пройдених пожежами за головною породою

Встановлено, що відсоток сосни звичайної ушкоджених лісів складав 52%, берези повислої – 35%, вільхи чорної – 6,4%, дуба звичайного – 6,4% [29, 30]. Для заболочених ділянок, за даними обстежень горільників, характерною є найбільша уразливість соснових лісів, а подекуди також березових та вільхових лісів. Середньовікові насадження складають 52,57% серед лісів пройдених пожежами, а молодянки (особливо хвойні) – 37,14%.

Для більш детального аналізу характеру розповсюдження пожеж на даній території, було побудовано симплексний графік (рис. 3.3). Він графічно зображує співвідношення трьох змінних: вікового стану деревостану у роках, висоти (м) та класу якості деревостану на площі розповсюдження пожеж.

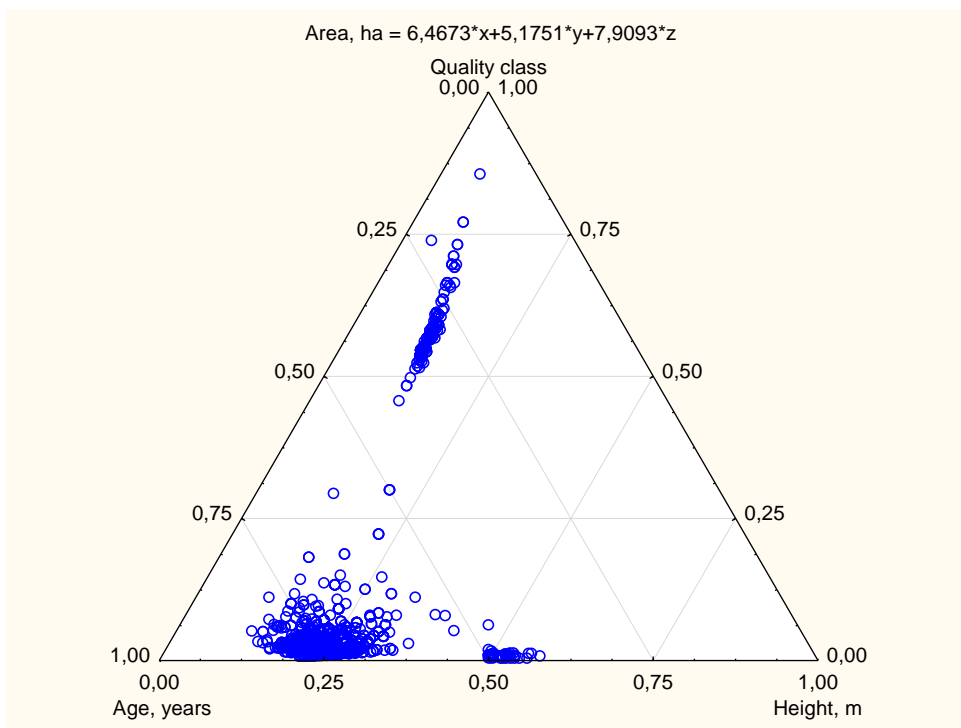


Рис. 3. 3. Тернарний графік залежності площі, га від віку, років, висоти, м та класу якості

Даний графік дозволяє оцінювати ризики розповсюдження пожеж на даній території, та є інструментом для аналізу композиційних даних показників якості насадження у тривимірному форматі. Як показують дані графіку, за умови проходження низової пожежі високої інтенсивності найбільше пошкоджуються молоді деревостани у дерев, у яких кора тонка і не здатна захистити від впливу високих температур. Особливо сильно страждають хвойні молодняки.

Згідно результатів попереднього обстеження, територію згарищ складала ліси – 63%, перелоги – 21%, луки та водно-болотяні угіддя – 7%, згарища попередніх років – 7% , а також інші землі – 2%. Ці ділянки характеризуються

наявністю особливо цінних дубово-грабових лісів, західнопалеарктичних звичайнососнових лісів, континентальних неморальних сосново-дубових лісів, дубових заболочених лісів, березових та хвойних заболочених лісів, прибережних формацій верб, середньоєвропейських приструмкових ясеневочорновільхових гаїв, мішаних дубово-в'язово-ясеневих лісів поблизу великих річок, евтрофних та оліготрофних верхових боліт та високотравних луків.

Розподіл територій пройдених пожежами за віком показаний на рис. 3.4.

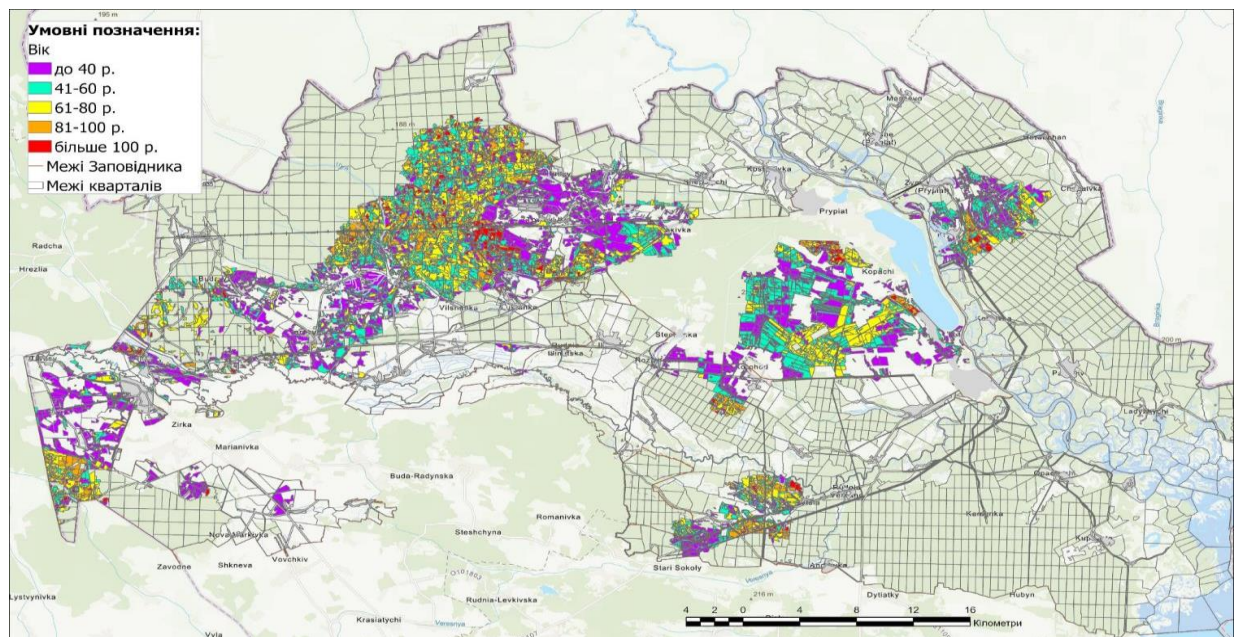
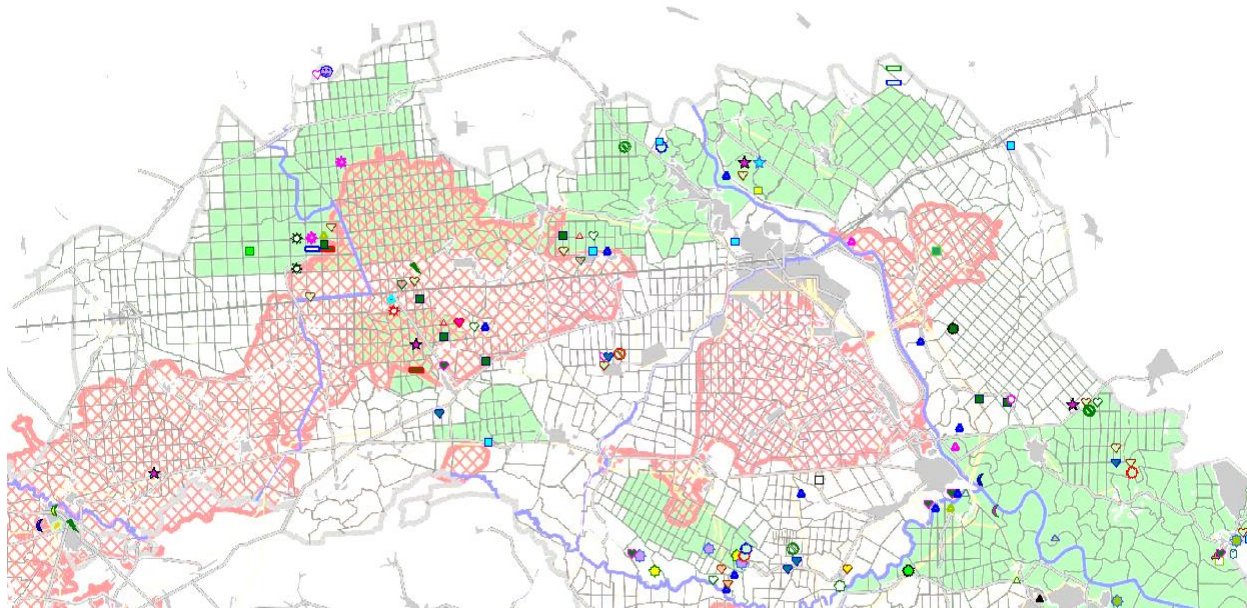


Рис. 3.4. Розподіл територій пройдених пожежами за віком

Встановлено [30], що значною мірою пошкодженими, а також частково втраченими, в межах Заповідника визначено низку рідкісних біотопів. Через значне природоохоронне значення цих біотопів, їх було занесено до оселищ з Резолюції 4 Постійного комітету Бернської конвенції (14 біотопів) [31], до «Зеленої книги України» (2009) [32] (рис. 3.5-3.6). Значно та помірно ушкодженими у межах Заповідника є 2 рослинних угруповання (сосново-ялівцеві ліси зелено мохові та шейхцерієво-сфагнові болота). У той же час, заповідне ядро Заповідника не зазнало сильного впливу та збереглося, це дасть змогу забезпечити подальше збереження біорізноманіття, а також виконати інші природоохоронні функції Заповіднику.



### Умовні позначення:

- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | - <i>Aldrovanda vesiculosa</i>                       |  | - <i>Calla palustris</i>                                    |
|  | - <i>Pedicularis palustris</i>                       |  | - <i>Stipa borysthena</i>                                   |
|  | - <i>Salix lapponum</i> (точка приблизна)            |  | - <i>Carex paniculata</i> (точка приблизна)                 |
|  | - <i>Salix myrtiloides</i>                           |  | - <i>Carex umbrosa</i>                                      |
|  | - <i>Salix starkeana</i> (точка приблизна)           |  | - <i>Juncus bulbosus</i> (точка приблизна)                  |
|  | - <i>Viola uliginosa</i>                             |  | - <i>Iris sibirica</i>                                      |
|  | - <i>Drosera rotundifolia</i>                        |  | - <i>Lilium martagon</i>                                    |
|  | - <i>Huperzia selago</i>                             |  | - <i>Veratrum lobelianum</i> (точка приблизна)              |
|  | - <i>Lycopodium annotinum</i> (точка приблизна)      |  | - <i>Caulinia minor</i> (точка приблизна)                   |
|  | - <i>Salvinia natans</i>                             |  | - <i>Najas major</i> (точка приблизна)                      |
|  | - <i>Polypodium vulgare</i>                          |  | - <i>Cephalanthera rubra</i> (біля Дитяток точка приблизна) |
|  | - <i>Matteuccia struthiopteris</i> (точка приблизна) |  | - <i>Dactylorhiza incarnata</i> (точка приблизна)           |
|  | - <i>Botrychium multifidum</i> (точка приблизна)     |  | - <i>Dactylorhiza fuchsii</i>                               |
|  | - <i>Ophyoglossum vulgatum</i>                       |  | - <i>Epipactis helleborine</i> (точка приблизна)            |
|  | - <i>Picea abies</i> (точка приблизна)               |  | - <i>Epipactis palustris</i>                                |
|  | - <i>Juniperus communis</i>                          |  | - <i>Goodyera repens</i>                                    |
|  | - <i>Alisma gramineum</i> (точка приблизна)          |  | - <i>Gymnadenia conopsea</i> (точка приблизна)              |
|  | - <i>Allium ursinum</i>                              |  | - <i>Hammarbya paludosa</i> (точка приблизна)               |
|  | - <i>Sparganium minimum</i> (точка приблизна)        |  | - <i>Neottia nidus-avis</i>                                 |
|  | - <i>Zannichellia palustris</i> (точка приблизна)    |  | - <i>Platanthera bifolia</i>                                |
|  | - <i>Leucanthemella serotina</i> (точка приблизна)   |  | - <i>Platanthera chlorantha</i>                             |
|  | - <i>Dianthus stenocalyx</i>                         |  | - <i>Bromopsis benekenii</i> (точка приблизна)              |
|  | - <i>Silene lithuanica</i>                           |  | - <i>Potamogeton rutilus</i> (точка приблизна)              |
|  | - <i>Gentiana pneumonanthe</i>                       |  | - <i>Jovibarba globifera</i> (точка приблизна)              |
|  | - <i>Chenopodium acerifolium</i> (точка приблизна)   |  | - <i>Sempervivum ruthenicum</i>                             |
|  | - <i>Lythrum hyssopifolia</i> (точка приблизна)      |  | - <i>Andromeda polifolia</i> (точка приблизна)              |
|  | - <i>Polemonium caeruleum</i>                        |  | - <i>Oxycoccus palustris</i>                                |
|  | - <i>Trapa natans</i>                                |  | - <i>Ledum palustre</i>                                     |
|  | - <i>Chimaphila umbellata</i>                        |  | - <i>Clematis recta</i>                                     |
|  | - <i>Moneses uniflora</i>                            |  | - <i>Trollius europaeus</i> (точка приблизна)               |
|  | - <i>Pyrola chlorantha</i> (точка приблизна)         |  |   |
|  | - <i>Batrachium aquatile</i> (точка приблизна)       |  |   |

Рис. 3.5. Розповсюдження видів рослин, що занесені до Червоної книги

України та пошкодження їх місцезростань внаслідок лісових пожеж 2020 року.



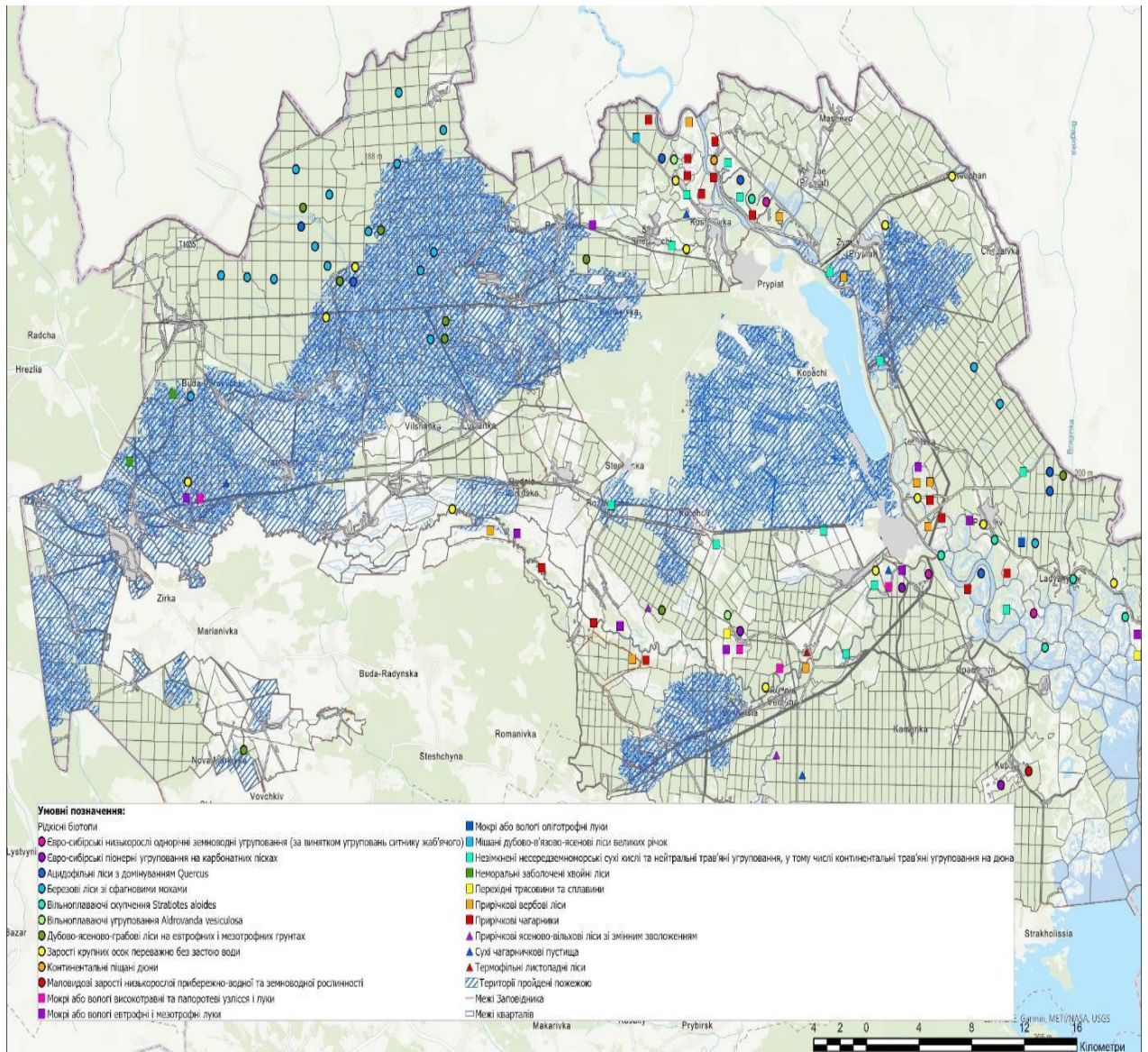


Рис. 3.6. Оселища, що охороняються Резолюцією №4 Бернської конвенції, які перебувають під загрозою знищення внаслідок лісових пожеж

Виїзди для огляду стану лісів пройдених пожежами в натурі та використання супутникових даних дозволили оцінити стан лісів після пожеж. Ці методи досліджень допомогли здійснити оцінку орієнтовної площі та місцезорозташування лісів, які загинули від пожеж, а також значно ушкоджені болота і перелоги (рис. 3.7).

Встановили, що внаслідок пожеж 2020 року змін зазнали близько 25% територій (ліси серед загальної кількості уражених пожежею площ складають 62,2%; перелоги – 20,3%; болота – 11,5%; згарища та загинувші насадження –

2,5%). Аналіз супутникових даних показав також, що пожежами знищено трав'янисту і деревно-чагарникову рослинність, яка знаходилась на дорогах, заплавах річок, меліоративних каналах, територіях під лініями електропередач. Цінними для збереження біорізноманіття серед пройдених пожежами та значно ушкоджених територій Заповідника можна вважати ліси, перелоги та болота. Горільники і ушкоджені рослинні насадження мають цінність, з огляду на те, що вони можуть бути полігонами досліджень для спостереження за проходженням відновних природніх процесів у екосистемах та відновлення екосистем.

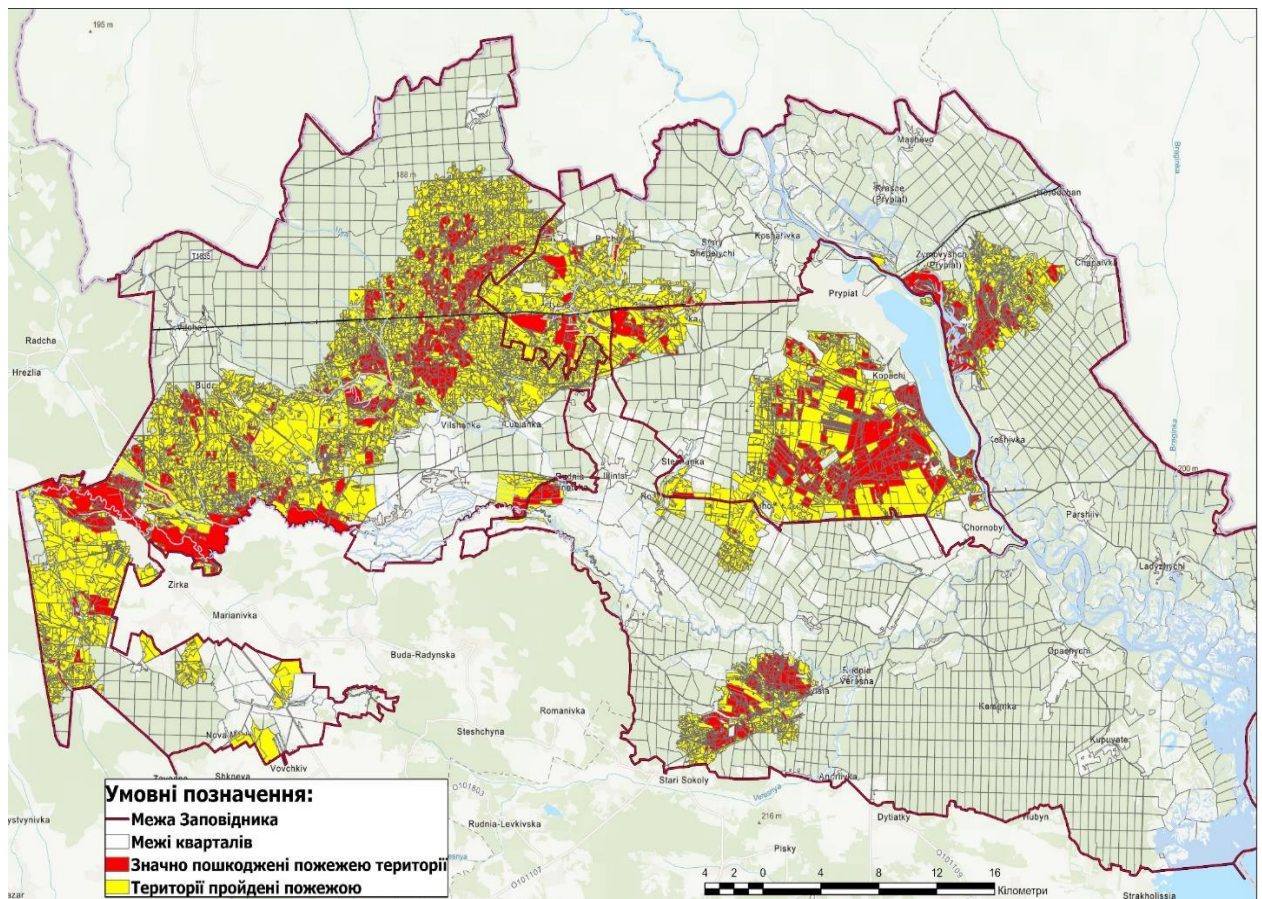


Рис. 3.7. Розташування природних комплексів значно пошкоджених пожежами 2020 року

Внаслідок пожеж найбільше загинуло соснових (82,17%) та березових (13,6%) лісів. Розподіл лісів ушкоджених пожежами за головними породами і їх місцезнаходження відображено на рис. 3.8.

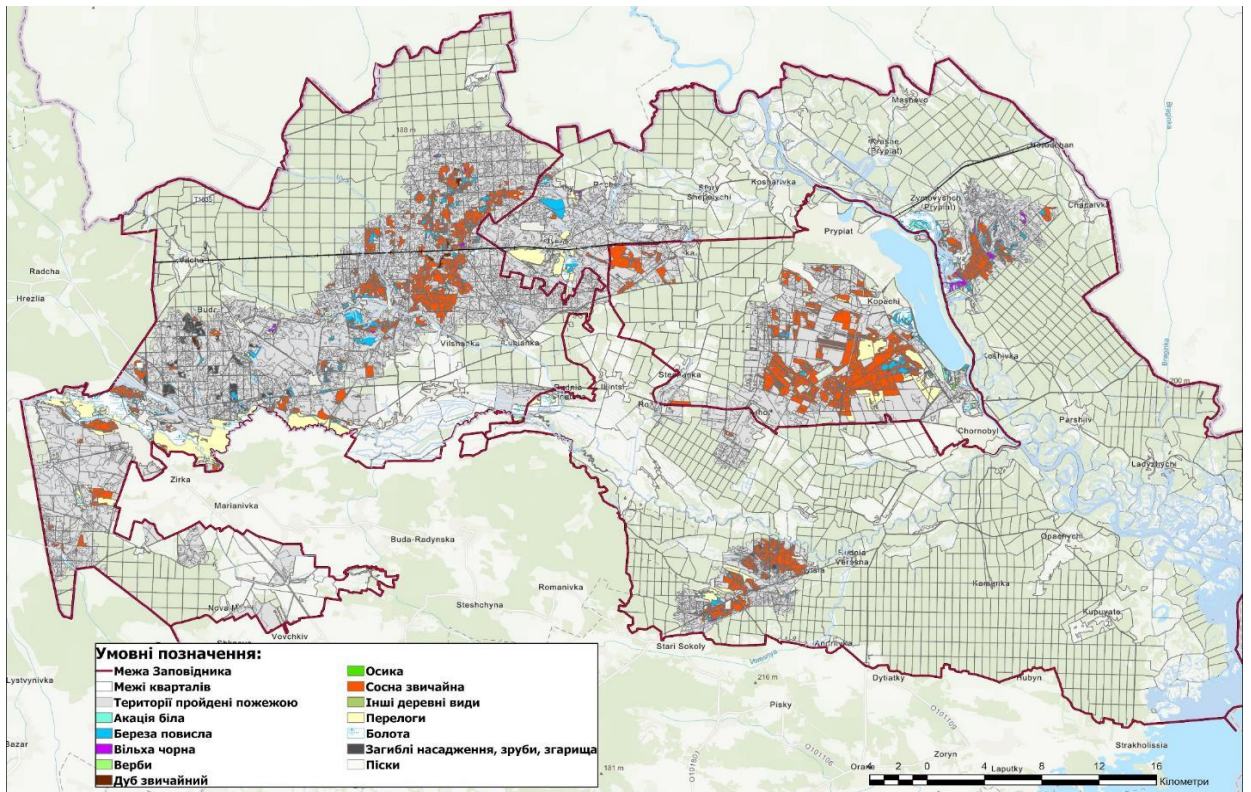


Рис. 3.8. Місцезнаходження загиблих від пожеж лісів та їх розподіл за головними породами

Серед лісів, котрі загинули від дії вогню переважають середньовікові насадження і молодняки (рис. 3.9).

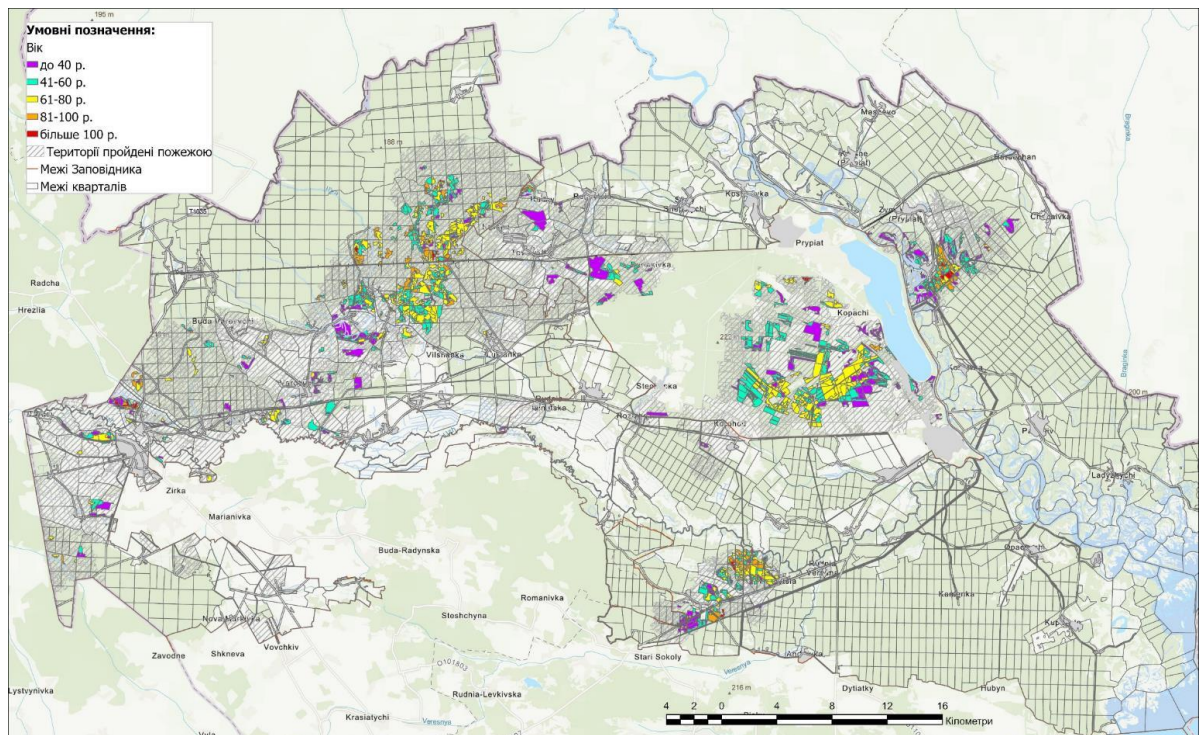


Рис. 3.9. Місцезнаходження та поділ лісів, що загинули внаслідок пожеж за віком

Деревостани у цих лісах загинули за дії високих температур на стовбур і крону так від вигоряння корневих систем, що знаходяться у верхніх шарах ґрунтів (рис. 3.10–3.11).



Рис. 3.10. Знищення вогнем в чорновільховому лісі в ТЛУ С<sub>4</sub> живого надґрунтового покриву і підстилки. Фото 29.04.2020.



Рис. 3.11. Після вигорання корневих систем в ТЛУ В<sub>3</sub> сосни падають від вітру. Фото 21.07.2020

На території Заповідника на ділянках, що мають вологі, сирі та мокрі умови досить часто, особливо у листяних лісах, утворюється надґрунтовий покрив, в якому переважають сфагнові мохи та осоки. Через високі рівні зволоження цих лісових ділянок у рослинності, яка тут росте формується поверхнева коренева система, яка зазнає сильних ушкоджень під час пожеж. Тому завдяки цій причині і вітровалу деревостани гинуть на цих ділянках у перші місяці після припинення пожежі.

У соснових та дубово-соснових лісах заповідника ступінь трансформації надґрунтового покриву під дією пірогенного фактора визначається за ступенем інтенсивності пожеж. Після низових пожеж середньої інтенсивності в соснових та решті лісів Заповідника має місце зниження видового різноманіття мохово-лишайникового покриву (до 90%). До повної загибелі цього покриву призводять верхові та низові високоінтенсивні пожежі. Біотичне різноманіття на площах пройдених цими пожежами є значно вищим аніж в контрольних територіях. Тут трапляється більша кількість видів та родів, окремих родин рослин. Лісові види, які є індикаторами живого надґрунтового покриву, на ділянках, пройдених великою пожежею 2015 р., заміщуються на рудеральні. У хвойних насадженнях на території зони відчуження, за сухих та свіжих умов утворюються досить значні запаси лісової підстилки, яка, у випадку пожеж, зумовить високі температури горіння стовбурів і крон дерев та їх термічне ушкодження. У цих умовах листяні насадження представлені молодняками з повнотою до 0,6 та з незначними домішками сосни, насадження якої утворюються природним шляхом на раніше використовуваних сільськогосподарських угіддях. Швидке проходження пожеж у цих лісах зумовлене високими запасами трав'янистих рослин. Тонка кора молодих дерев не може захистити їх від впливу вогню.

### **3.3. Вплив пожеж на фауну Заповідника**

Польові обстеження згарищ дозволили оцінити вплив пожеж на фауну Заповідника. Встановили, що ссавці середніх та великих розмірів, які можуть

активно пересуватися на великі площі, а також птахи залишили місця пожеж і перемістились у більш безпечні місця [30].

Слід звернути увагу, що в період проходження пожежі у більшості видів птахів ще не було кладок з яйцями, а у ссавців – молодих особин. Цей факт дав можливість уникнути втрат генерацій тварин поточного року від прямої загибелі у вогні пожеж новонародженого молодняка. До цих висновків прийшли тоді, коли не змогли виявити залишків великих та середніх тварин, загинувших у пожежі. Проте відомо, що у диких копитних у самиць можуть відбуватися пологи під впливом стресу [30]. Саме цим можна пояснити знайдене обгорілим теля коня Пржевальського. Кобилу поблизу виявити не вдалося.

Для травоядних тварин, хоч і на короткотривалій період, була сильно обмежена на локальному рівні, кормова база. Проте ці тварини можуть здійснювати короткочасні міграції на територію, яка не зазнала впливу пожеж. Було виявлено міграцію трьох табунів коня Пржевальського у південну та західні частини зони відчуження (рис. 3.12). Там же було зафіксовано зростання щільності копитних (козулів і оленів) на ділянках вздовж межі згарищ, які охоплювали територію у 5 км.

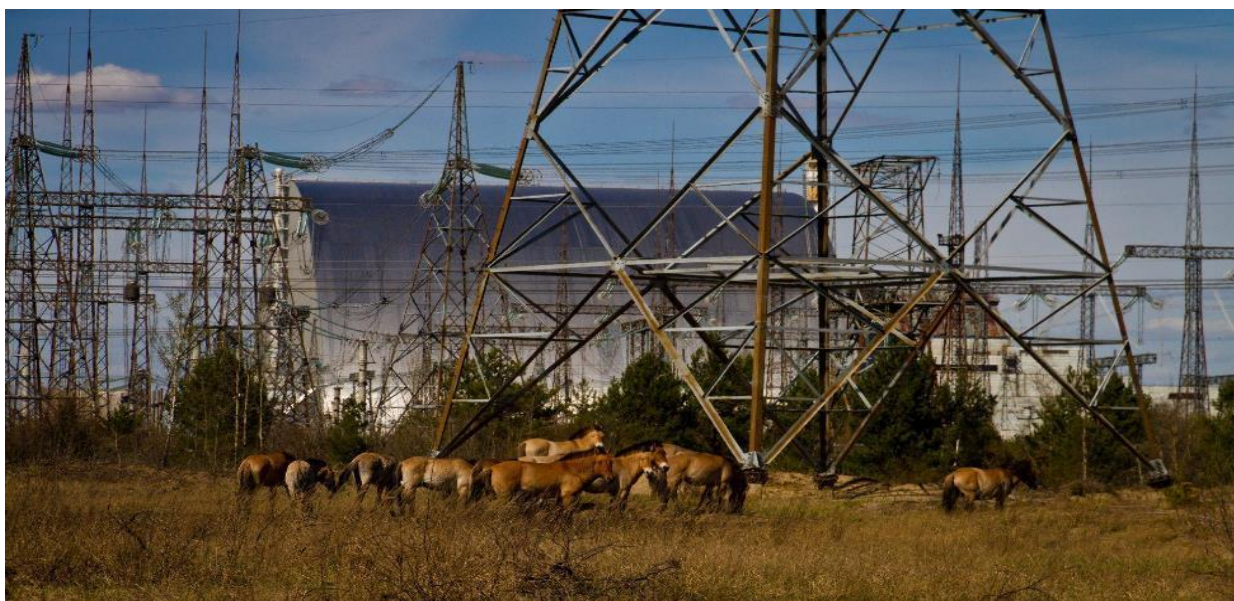


Рис. 3.12. Міграція коней Пржевальського з угідь зони відчуження ЧАЕС до промзони (с. Новошепеличі).

Те, що пожежі проходили у другій половині квітня, дозволило впродовж місяця відновитися, особливо на відкритих ділянках, трав'яному покриву (рис. 3.13).



Рис. 3.13. Відновлення трав'яної рослинності на місцях згарищ. Фото 11.05.2020

Найбільше серед тварин у результаті пожеж постраждали комахи та локальні популяції плазунів і дрібних ссавців, оскільки вони не покинули місце пожежі швидко. У місцях ушкоджених пожежами виявлено загинувші перші виводки зайця сірого. А там де вирували інтенсивні низові пожежі, було знищено великі мурашники. Проте відмічено, що з часом, якщо низова пожежа була не досить сильною – мурашники здатні відновлюватися (рис. 3.14). Згодом на згарища повертаються і представники плазунів, зокрема ящірки (рис. 3.15).



Рис. 3.14. На місці помірної низової пожежі відновлюється мурашник.  
Фото 12.05.2020



Рис. 3.15. Поява ящірки прудкої на згарищі (с. Крива Гора). Фото  
06.05.2020



Гнізда крупних птахів були знищені інтенсивними низовими та верховими пожежами [30]. Під час польових досліджень виявлено обгорілі гнізда таких птахів: орлана білохвоста (1 шт); пугача (2 шт); бородатої сови (1 шт); малого підорлика (4 шт) великого підорлика (3 шт); чорного лелеки (2 шт); канюка (4 шт).

Ще досить тривалий час постпірогенний вплив на рідкісні види буде здійснюватись через те, що відбулись суттєві зміни у флорі в осередках оселищ цих тварин. В лісах не буде ягід чорниці і брусниці ще зо два роки після пірогенного впливу на ті ділянки, де вони ростуть. Де загинули деревостани відновлення ягідників не відбувається.

Проте на ділянках лісу, де низові пожежі були неінтенсивними і деревна рослинність збереглася, на 3–7 рік після пожежі, урожайність лісових ягід буде досить високою.

Лісові пожежі також сприяють утворенню високопродуктивних травостоїв для копитних тварин (коня Пржевальського, лося, європейського оленя). Для лосів та оленів на 2–7 рік після пожежі можна очікувати також певне зростання запасів гілкового корму через піднімання підросту деревних порід.

## ВИСНОВКИ

Аналіз екологічних наслідків лісових пожеж на території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника дозволив зробити наступні висновки:

1. Лісові пожежі, що сталися у квітні 2020 року на території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника та зони відчуження мали катастрофічні наслідки. Пошкодженими лісовими пожежами виявилися понад 51 806,5 га заповідних земель в межах Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника та 66 222,5 га – у межах зони відчуження.

2. Суттєво змінені виявилися понад 25 % пошкоджених територій. Причинами початку пожеж у більшості випадків стало займання сухотрав'я внаслідок підпалу жителями найближчих населених пунктів.

3. Багато лісових екосистем після пожеж 2020 року мають високий еколого-лісівничий потенціал, а також досить високі значення потенціалу природного лісовідновлення – 81,6%. Повністю загинувші ліси мають менший відсоток високих показників природного відновлення (66,8%). Лісів, що характеризуються низькими значеннями потенціалу природного відновлення, відносно небагато: серед тих, що пройдені пожежами – 1,9%, серед загинувших – 4,8%.

4. З метою збереження мозаїчності вкритих і не вкритих лісовою рослинністю ділянок та ландшафтного різноманіття проведення лісорозведення (заліснення перелогів) на території Заповідника, вважається недоцільним. Слід зважати на те, що для копитних тварин (коня Пржевальського, зубра, оленя), перелоги є важливою кормовою базою.

5. У соснових та дубово-соснових лісах заповідника трансформація надґрунтового покриву визначається інтенсивністю пожеж. Низові середні за інтенсивністю пожежі соснових та інших лісів спричиняють зниження

видового різноманіття мохів та лишайників до 90%, верхові ж та низові – до його повної втрати.

6. Більша частина території, пошкоджена пожежами 2020 року на території Заповідника має високий лісівничий потенціал, а її екосистеми здатні до самовідновлення, тому не потребують проведення жодних лісівничих заходів.

7. Значними були втрати в межах заповідника рідкісних біотопів, що несуть важливу природоохоронну функцію та внесені до переліку оселищ Резолюції 4 Постійного комітету Бернської конвенції (14 біотопів). Загалом, заповідне ядро Заповідника не зазнало сильної трансформації та було збережене, що дозволить і надалі виконувати функції зі збереження та відтворення біорізноманіття та здійснення інших природоохоронних функцій.

8. Польові обстеження згарищ дозволили оцінити вплив пожеж на фауну Заповідника. Встановили, що ссавці середніх та великих розмірів, які можуть активно пересуватися на великі площі, а також птахи залишили місця пожеж і перемістились у більш безпечні місця.

9. Травоїдні тварини, через обмеженість на локальному рівні кормової бази, можуть здійснювати короткочасні міграції на територію, яка не зазнала впливу пожеж.

10. Гнізда крупних птахів були знищені інтенсивними низовими та верховими пожежами. Під час польових досліджень виявлено обгорілі гнізда таких птахів: орлана білохвоста (1 шт); пугача (2 шт); бородатої сови (1 шт); малого підорлика (4 шт) великого підорлика (3 шт); чорного лелеки (2 шт); канюка (4 шт).

11. Найбільше серед тварин у результаті пожеж постраждали комахи та локальні популяції плазунів і дрібних ссавців, оскільки вони не покинули місце пожежі швидко. Там де вирували інтенсивні низові пожежі, було знищено великі мурашники.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yoschenko, V.I., Kashparov, V.A., Protsak, V.P., Lundin, S.M., Levchuk, S.E., Kadygrib, A.M., Zvarich, S.I., Khomutinin, Yu.V., Maloshtan, I.M., Lanshin, V.P., Kovtun, M.V., & Tschiersch, J. (2006). Resuspension and redistribution of radionuclides during grassland and forest fires in the Chernobyl exclusion zone: Part I. Fire experiments. *Journal of Environmental Radioactivity*, 86(2), 143-163. doi: 10.1016/j.jenvrad.2005.08.003.
2. Hao, W.M., Bondarenko, O.O., Zibtsev, S., & Hutton, D. (2008). Vegetation fires, smoke emissions, and dispersion of radionuclides in the Chernobyl exclusion zone. *Developments in Environmental Science*, 8, 265-275. doi: 10.1016/S1474-8177(08)00012-0.
3. Ager, A.A., Lasko, R., Myroniuk, V., Zibtsev, S., Day, M.A., Usenia, U., Bogomolov, V., Kovalets, I., & Evers, C. R. (2019). The wildfire problem in areas contaminated by the Chernobyl disaster. *Science of the Total Environment*, 696, article number 133954. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.133954.
4. Талерко М., Ковалець І., Лев Т., Ігараші Ю., Романенко О. (2021). Імітаційне дослідження атмосферного переносу радіонуклідів після лісових пожеж у Чорнобильській зоні відчуження у квітні 2020 року. Дослідження забруднення атмосфери, 12(3), 193-204.
5. Högbom, L., & Nohrstedt, H.O. (2001). The fate of <sup>137</sup>Cs in coniferous forests following the application of wood-ash. *Science of the Total Environment*, 280(1-3), 133-41. doi: 10.1016/s0048-9697(01)00819-1.
6. Щур А., Валько В., Виноградов Д., Валько В. (2017). Вплив біологічно активних препаратів на перехід цезію-137 у рослини з ґрунту на забруднених після аварії на ЧАЕС територіях. У *Вплив цезію на рослини та навколишнє середовище* (с. 51-70). Cham: Springer.
7. Sungmin, O., Hou, X., & Orth, R. (2020). Observational evidence of wildfire-promoting soil moisture anomalies. *Scientific Reports*, 10(1), article number 11008. doi: 10.1038/s41598-020-67530-4

8. Stoulos, S., Basis, A., & Ioannidou, A. (2020). Determination of low  $^{137}\text{Cs}$  concentration in the atmosphere due to Chernobyl contaminated forest-wood burning. *Journal of Environmental Radioactivity*, 222, article number 106383. doi: 10.1016/j.jenvrad.2020.106383
9. Robichaud, P.R., Wagenbrenner, J.W., Pierson, F.B., Spaeth, K.E., Ashmun, L.E., & Moffet, C.A. (2016). Infiltration and interrill erosion rates after a wildfire in western Montana. *USA Catena*, 142, 77-88.
10. Evangeliou, N., Balkanski, Y., Cozic, A., Hao, W., Mouillot, F., Thonicke, K., Paugam, R., Zibstev, S., Mousseau, T.A., Wang, R., Poulter, B., Petkov, A., Yue, C., Cadule, P., Koffi, B., Kaiser, J.W., & Møller, A.P. (2015). Fire evolution in the radioactive forests of Ukraine and Belarus: Future risks for the population and the environment. *Ecological Monographs*, 85(1), 49-72.
11. Baró, R., Maurer, C., Brioude, J., Arnold, D., & Hirtl, M. (2021). The environmental effects of the April 2020 wildfires and the  $\text{Cs-137}$  re-suspension in the Chernobyl exclusion zone: A multi-hazard threat. *Atmosphere*, 12(4), article number 467. doi: 10.3390/atmos12040467
12. Newman-Thacker, F., & Turnbull, L. (2021). Investigating the drivers of the unprecedented Chernobyl power plant wildfire in April 2020 and its effects on  $^{137}\text{Cs}$  dispersal. *Nat Hazards*, 109, 1877-1897. doi: 10.1007/s11069-021-04902-7
13. Evangeliou, N., Balkanski, Y., Cozic, A., Hao, W.M., & Møller, A.P. (2014). Wildfires in Chernobyl-contaminated forests and risks to the population and the environment: A new nuclear disaster about to happen? *Environment International*, 73, 346-358. doi: 10.1016/j.envint.2014.08.012.
14. Hohl, A., Niccolai, A., Oliver, C., Melnychuk, D., Zibstev, S., Goldammer, J., & Gulidov, V. (2012). The human health effects of radioactive smoke from a catastrophic wildfire in the Chernobyl Exclusion Zone: A worst case scenario. *Journal Earth Bioresources and Life Quality*, 1, 1-34.

15. Romanchuck, L.D., Fedonyuk, T.P., & Fedonyuk, R.G. (2017). Model of influence of landscape vegetation on mass transfer processes. *Biosystems Diversity*, 25(3), 203-209. doi: 10.15421/011731
16. Fedoniuk, T., Fedoniuk, R., Klymenko, T., Polishchuk, O., & Pitsil, A. (2021). Bioindication of aerotechnogenic pollution of agricultural landscapes caused by the activities of industrial hubs. *Ekologia Bratislava*, 40(2), 115-123. doi: 10.2478/eko-2021-0013
17. Zymarioieva, A., Zhukov, O., Fedoniuk, T., Pinkina, T., & Hurelia, V. (2021). The relationship between landscape diversity and crops productivity: Landscape scale study. *Journal of Landscape Ecology(Czech Republic)*, 14(1), 39-58. doi: 10.2478/jlecol-2021-0003.
18. Matsala, M., Bilous, A., Myroniuk, V., Holiaka, D., Schepaschenko, D., See, L., & Kraxner, F. (2021). The return of nature to the Chernobyl exclusion zone: Increases in forest cover of 1.5 Times since the 1986 disaster. *Forest*, 12, 10-24. doi: 10.3390/f12081024.
19. Steel, Z.L., Foster, D., Coppoletta, M., Lydersen, J.M., Stephens, S.L., Paudel, A., Markwith, S.H., Merriam, K., & Collins, B. M. (2021). Ecological resilience and vegetation transition in the face of two successive large wildfires. *Journal of Ecology*, 109(9), 3340-3355. doi: 10.1111/1365-2745.13764.
20. Fairman, T.A., Bennett, L.T., & Nitschke, C.R. (2019). Short-interval wildfires increase likelihood of resprouting failure in fire-tolerant trees. *Journal of Environmental Management*, 231, 59-65.
21. Ne'eman, G., Goubitz, S., & Nathan, R. (2004). Reproductive traits of *Pinus halepensis* in the light of fire—a critical review. *Plant Ecology*, 171(1), 69-79. doi: 10.1023/B:VEGE.0000029380.04821.99
22. Evangeliou, N., Zibtsev, S., Myroniuk, V., Zhurba, M., Hamburger, T., Stohl, A., Balkanski, Y., Paugam, R., Mousseau, T., Møller, A., & Kireev, S. (2016). Resuspension and atmospheric transport of radionuclides due to wildfires near the Chernobyl Nuclear Power Plant in 2015: an impact assessment. *Scientific Reports*, 6, article number 26062. doi: 10.1038/srep26062

23. Зібцев С.В., Сошенський О.М., Миронюк В.В., Гуменюк В.В. Ландшафтні пожежі в Україні: поточна ситуація та аналіз чинної системи охорони природних територій від пожеж // *Ukrainian journal of forest and wood science*. – 2020. – Vol. 11, №2. – p. 15-31.
24. United States Geological Survey. (n.d.). Retrieved from <http://earthexplorer.usgs.gov>
25. Інформація про пожежі для системи управління ресурсами. (n.d.). Отримано з <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov>
26. Жуков, О.В., Кунах, О.М., Таран, В.О., Лебединська, М.М. (2016). Просторова мінливість електропровідності ґрунтів в межах долини р. Дніпро (територія природного заповідника "Дніпровсько-Орільський"). *Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького*, 6(2), 129-157.
27. Федонюк, Т.П., Галущенко, О.М., Мельничук, Т.В., Жуков, О.В., Вишневський, Д.О., Зимароєва, А.А., Гуреля, В.В. (2020). Перспективи та основні аспекти застосування ГІС-технологій для моніторингу біорізноманіття (на прикладі Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника). *Космічна наука і технологія*, 26(6), 75-93.
28. Kunah, O.M., & Papka, O.S. (2016). Ecogeographical determinants of the ecological niche of the common milkweed (*Asclepias syriaca*) on the basis of indices of remote sensing of land images. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Ecology*, 24(1), 78-86. doi: 10.15421/011609.
29. Мельничук, Т.В., Вишневський, Д.О., Борсук, О.А., Обрізан, С.М., Федонюк, Т.П. (2020). Звіт комісії з оцінки наслідків пожежі в екосистемах Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника у квітні 2020 року. Державне агентство України з управління зоною відчуження: Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник.
30. Галущенко, О.М., Мельничук, Т.В., Вишневський, Д.О., Мельничук-Володкіна, В.В., Борсук, О.А., Федонюк, Т.П., Зимароєва, А.А. (2021). Літопис природи. Том 4: Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний

31. Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. (1979, September). Retrieved from

<http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/104.htm>

32. Дідух, Я.П. (Ред.). (2009). Зелена книга України. Київ: Альтерпрес.

33. Воробьев Д.В. Типы леса и лесные ассоциации Украинского Правобережного Полесья // Труды по лесн. опытному делу Украины. – Харьков, 1927. – Вып. VI. – 130 с.

34. Порицький Г.О. Нові дослідження ходу росту насінних березових насаджень Українського Полісся / Вісник сільськогосп. науки. – 1962. – № 10. – С. 54-60.

35. Шмідт В.Е. Природне та штучне поновлення в лісах українського правобережного Полісся // Труды з лісової досвідної справи на Україні. – Харків, 1927. – Вип. VII. – 120 с.

36. А. с. 49676 Україна. Зонування території України за потенційною успішністю природного насінневого поновлення / В. М. Маурер, А. П. Пінчук, І. В. Іванюк; заявл. 10.05.2013; опубліковано 14.06.2013.

37. А. с. 59210 Україна. Класифікація ділянок лісовідтворювального фонду / В. М. Маурер, А. П. Пінчук, С. В. Зібцев; О. А. Борсук; заявл. 10.05.2013; опубліковано 14.06.2013.

38. Маурер В.М., Зібцев С.В., Савущик М.П., Борсук О.А. Науково-практичні рекомендації з еколого-безпечних підходів і методів відтворення лісів зони відчуження. Київ, 2015. 17 с.

39. Наукове обґрунтування інтегрованої системи охорони лісів від пожеж у кризових лісопожежних регіонах України як основи збереження біорізноманіття та стійкості лісових екосистем : звіт про НДР (заключний) / НУБіП України ; кер. С. В. Зібцев; викон.: О. А. Борсук [та ін.]. Шифр теми 110/385–пр. № ДР 0113U000959. Київ: НУБіП України, 2015. 296 с.



40. Василюшин Р.Д., Слива О.А. Хід росту модальних соснових деревостанів Чорнобильської зони відчуження // Ukrainian journal of forest and wood science. – 2020. – Vol. 11, №4. – p. 15-24.

41. Гуменюк В.В. Післяпожежне відновлення живого надґрунтового покриву в лісових насадженнях Поліського природного заповідника // Наук. вісник НЛТУ України. Лісове і садово-паркове господарство. – 2013. – вип. 23.13. – С. 25-31.

42. Лісовий екосистемний менеджмент: нова парадигма збереження. Науковий огляд / Грегорі МакГі; Адаптація: В.В. Гуменюк, Є.О. Кременецька. – Всесвітній фонд охорони природи в Україні. – К.: ТОВ «Статус Профі», 2019. – 41 с.

43. Проект організації території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника та охорони його природних комплексів. Т.1. – Мелітополь: ПП «Центр екологічного управління», 2020. – 270 с.