

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.04. – БР. 800 «З». 2022.10.19.05 ПЗ

СОЛЯНИК АРТЕМ МГРЕРОВИЧ

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) Захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 502.173:630.27

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету
Захисту рослин, біотехнологій та екології**

_____ (назва факультету (ННІ))

_____ **Ю. Коломієць**
(підпис) (ПІБ)

“ ___ ” _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри екології
агросфери та екологічного контролю**

_____ (назва кафедри)

_____ **О. Наумовська**
(підпис) (ПІБ)

“ ___ ” _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: Екологічно збалансовані шляхи відновлення біогеноценозу Націо-
нального природного парку «Гомільшанські ліси»**

Спеціальність _____ 101 Екологія _____
(код і назва)

Освітня програма _____ Екологічний контроль та аудит _____
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

ЛАДИКА М.М
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

_____ (ПІБ студента)

Соляник А.

КИЇВ – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ВОЄННІ КОНФЛІКТИ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО ВІДНОВЛЕННЯ БІОГЕОЦЕНОЗУ

1.1. Антропогенний вплив на природу за часів війни

1.2. Поняття і принципи екологічного балансу

1.3. Екосистемні послуги біогеоценозів та їх роль у стійкості природних парків

1.4 Критерії та індикатори екологічної збалансованості

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА СТАНУ БІОГЕОЦЕНОЗУ ТА АНАЛІЗ ПРАКТИК ЕКОЛОГІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ: МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЧИН ПОШКОДЖЕННЯ

2.1. Методи дослідження території Національного природного парку “Гомільшанські ліси”

2.2. Аналіз успішних практик екологічного відновлення природних парків та втілення території Національного природного парку «Гомільшанські ліси»

2.3. Аналіз результату та встановлення причин пошкодження дослідження стану біогеоценозу та його компонентів

РОЗДІЛ 3. КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ВІДНОВЛЕННЯ БІОГЕОЦЕНОЗУ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ГОМІЛЬШАНСЬКІ ЛІСИ»

3.1 Модельні сценарії відновлення біогеоценозу

3.2. Вплив запланованих заходів на стійкість екосистеми

3.3. Рекомендації для відновлення Національного природного парку “Гомільшанські ліси”

3.4. Основні етапи моніторингу біогеоцен

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНО

ЗБАЛАНСОВАНОГО ВІДНОВЛЕННЯ БІОГЕОЦЕНОЗУ

4.1. Економічне обґрунтування відновлювальних заходів

4.2. Оцінка вартості відновлення та економічної доцільності заходів

4.3. Вигоди від екологічно збалансованого відновлення для місцевої громади

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

РЕФЕРАТ

Національний природний парк «Гомільшанські ліси» – це унікальна природна територія України, яка відзначається багатим біорізноманіттям, численними лісовими масивами, водно-болотними угіддями та різноманітними рідкісними видами рослин і тварин. Проте через сучасні події, пов'язані з військовими конфліктами, ці екосистеми зазнали значного впливу. Відновлення парку є пріоритетним завданням, і досягти цього можна, застосовуючи екологічно збалансовані методи, які враховують особливості кожного з компонентів біогеоценозу.

Воєнні дії спричиняють значні зміни у природних середовищах, включаючи руйнування ґрунтів, знищення лісових масивів, забруднення водойм і порушення середовищ існування рідкісних видів. Тому першим кроком у відновленні біогеоценозу «Гомільшанських лісів» є біорекультивация, яка передбачає використання методів фітореMediaції – відновлення екосистем за допомогою місцевих видів рослин, здатних очищати ґрунти від токсичних речовин і важких металів, що могли потрапити до екосистеми внаслідок бойових дій. Цей підхід є природним і безпечним, а також дозволяє зберегти баланс екосистеми.

Далі важливо відновити лісові масиви, які відіграють важливу роль у підтримці біорізноманіття та забезпеченні стабільності екосистеми. Замість інвазивних або екзотичних видів доцільно використовувати місцеві породи дерев, наприклад, дуб, сосну, які є природними мешканцями цього регіону. Висадка місцевих видів дозволяє зберегти баланс і зменшує ризик порушення природної екосистеми. Важливим етапом є поступова відбудова лісів, яка включає не тільки висадку нових дерев, але й догляд за існуючими лісовими угрупуваннями, а також моніторинг стану молодих насаджень.

Наступним аспектом відновлення є очищення водойм. Під час воєнних дій водні об'єкти можуть зазнати забруднення від бойової техніки та боєприпасів. Тому для очищення водойм можна застосовувати біореMediaцію – при-

родне очищення за допомогою певних водних рослин і організмів, які поглинають шкідливі речовини. Крім того, необхідно запровадити систему контролю над якістю води та моніторинг стану гідробіонтів, що дозволить запобігти подальшому погіршенню стану водойм і забезпечити збереження біорізноманіття.

Окрім відновлення природних умов, важливим є захист і підтримка популяцій рідкісних і зникаючих видів. Військові конфлікти часто призводять до значного скорочення чисельності тварин та рослин через знищення місць їхнього проживання або навіть безпосереднє фізичне пошкодження. Зокрема, у Національному парку «Гомільшанські ліси» це може стосуватися багатьох рідкісних видів тварин і птахів. Відновлення їхніх популяцій потребує створення спеціальних охоронних зон, де буде обмежено людську діяльність і надано можливість для природного відтворення цих видів.

Екологічно збалансовані методи відновлення є не лише екологічно чистими, але й ефективними для довготривалого збереження екосистеми. Вони дозволяють повернути «Гомільшанським лісам» їхній природний вигляд і зберегти багатий біогеоценоз для наступних поколінь. Інтеграція природоохоронних методів, активний моніторинг та підтримка природних процесів відновлення дають змогу не тільки відновити парк після воєнних дій, але й зробити його стійким до майбутніх екологічних загроз.

Представники української неурядової організації «Екологія-Право-Людина», які займаються підрахунком шкідливих речовин, що потрапили в повітря в результаті боїв на Донбасі, прийшли до висновку, що вони завдають довкіллю «неймовірний збиток». З цією метою екологи використовували супутникові знімки території недавніх боїв, поцятковані воронками, які дозволяють фахівцям ідентифікувати розміри і тип вибухнули там снарядів. У їх числі - осколково-фугасні міни, артилерійські і гаубичні боєприпаси, а також реактивні снаряди систем залпового вогню «Град» і «Ураган». Під час їх детонації виникає цілий ряд хімічних сполук - CO, CO₂, H₂O, NO, N₂O, NO₂, CH₂O, HCN, N₂ і велика кількість токсичної органіки.

В результаті цього відбувається окислення ґрунту, деревини, будівельних конструкцій, а також прямо або опосередковано уражається людський організм. Військові дії на Україні, особливо Донбас, Луганськ, Запоріжжя, Харків, Херсон мають негативний наслідок для заповідних територій, розташованих у зоні військових дій. Про це заявили в Міністерстві екології та природних ресурсів в Україні. Наприклад, на території Національного природного парку «Гомільшанські ліси» є інформація про забруднення та підвищення екологічної кризи за умов того, що там протікає також річка Сіверський Дінець, що несе на зараз багато бруду та небезпечних речовин. Бойові дії задали великого збитку в тваринному та рибному господарстві. Так, в результаті бойових дій в Станично-Луганському районі занепали озера обласного виробничого рибного комбінату. Район водоймищ неодноразово потрапляв під обстріли, величезна інфраструктура господарства практично зруйнована. В даний час ставки на межі висихання. До екологічних наслідків військових дій відноситься також і шкода, заподіяна здоров'ю людей внаслідок контакту з небезпечними речовинами, як, наприклад, вдихання газів, що викидаються палаючими нафтовими родовищами або пилу урану, які провокують астму і, можливо, рак легенів.

З урахуванням проведеного аналізу можна так класифікувати негативні наслідки військових дій на екологію та навколишнє середовище:

1. Забруднення ґрунту та води.
2. Зміна біогеохімічного балансу територій.
3. Руйнування гідротехнічних, електричних та газових споруд.
4. Знищення лісів та господарських угідь.
5. Знищення довкілля та фауни заповідних територій.
6. Нанесення шкоди здоров'ю людини.

Таким чином, військові дії на території сходу України наносять колосальний негативний вплив на екологію та природу цих територій. Тому пошук вирішення екологічних проблем, у тому числі з залученням сучасних

технічних засобів контролю параметрів навколишнього середовища, є актуальним та своєчасним

Мета дослідження – визначення та обґрунтування екологічно збалансованих шляхів відновлення біогеоценозу на території Національного природного парку «Гомільшанські ліси» після воєнних дій, з урахуванням сучасних методик екологічного відновлення, біоінженерних заходів та екосистемного підходу.

Об’єктом дослідження є національний природний парк “Гомільшанські ліси” та вплив військових дій на рівень порушення екосистеми біогеоценозу та його представників флори і фауни Червоної книги.

Предмет дослідження – опис біогеоценозу національного природного парку «Гомільшанські ліси» та його важливість як екосистеми та аналіз впливу військових дій на екологічний бігеоценоз національного природного парку «Гомільшанські ліси» та його наслідки.

Завдання досліджень:

1. Дослідити історію воєнних дій та їх вплив на екосистеми України.
2. Оцінити наслідки воєнних дій на рослинність та тваринний світ національного природного парку «Гомільшанські ліси».
3. Вивчити вплив військових дій на ґрунт та водні ресурси національного природного парку «Гомільшанські ліси».
4. Дослідити методи рекультивації ґрунтів, пошкоджених у результаті бойових дій, та оцінити їх ефективність для цього регіону.
5. Визначити роль біорізноманіття у стабілізації екосистем та відновленні природного балансу на території парку.
6. Розробити екологічно збалансовані стратегії відновлення лісових масивів, включаючи відновлення популяцій місцевих видів рослин і тварин.
7. Запропонувати методи біоремедіації водойм, забруднених через бойові дії, та оцінити їх вплив на стан гідробіонтів.

8. Сформулювати рекомендації щодо створення захисних зон для збереження рідкісних і зникаючих видів на території парку.

9. Оцінити довготривалу ефективність запропонованих заходів для екологічно збалансованого відновлення біогеоценозу «Гомільшанських лісів» та розробити пропозиції для моніторингу відновлених екосистем.

ВСТУП

Життя нерозривно пов'язане з природним середовищем. На ранніх етапах свого становлення людина, користуючись продуктами природи, не завдавала помітної шкоди природним ресурсам. Але з посиленням практичної діяльності, пов'язаної з винаходом знарядь праці, вплив її на природу неухильно зростав.

Опанувавши знаряддя праці, людина виділилась з усіх інших тварин. На жаль, у знаряддя праці із самого початку зарахували не тільки палку-копалку і швейну голку, але і сокиру - перший приклад подвійних технологій, і спис, що є тільки зброєю, тобто знаряддям не праці, а знищення. Ледь виділившись як особливий вид тварин, люди стали негайно конкурувати один з одним за кращу територію з чисто людським звірством, убиваючи усіх собі подібних.

Але поступово засоби виробництва удосконалювалися, і люди, переставши бути цілком залежними від багатств дикої природи, стали воювати не за кормові ресурси, а за території.

У цей час довкілля й стало сильно страждати від людської діяльності.

По-перше, люди стали зміцнювати свої поселення, а найпростішими фортифікаційними спорудженнями є рови, ловчі ями і засідки. Рови руйнували структуру ґрунту, порушували територіальні ділянки її мешканців; крім того, порушення цілості дерну викликало підвищену ерозію ґрунту. Нарешті, рови великої довжини могли порушити шляхи міграції деяких видів тварин. У ловчих ямах, гинули тварини, особливо коли ці пастки знаходилися на лісових тропках. На територіях у сотні і тисячі квадратних кілометрів повністю знищувалася вся лісова екосистема.

По-друге, люди стали використовувати природні об'єкти - у першу чергу ліси - як зброю. Найпростіший спосіб - це перетворити певну територію в пастку.

Інший спосіб - використання природних об'єктів у військових цілях - це використання їх для поразки супротивника. Найпростіші і розповсюджені способи - це отруєння джерел води і пожежі.

Ще один спосіб - пожежі - також нерідко застосовувався на війні.

Ще одна причина - величезні поховання, що залишаються на місцях великих битв (наприклад, під час битви на Куликовому полі загинули 120 000 чоловік). При розкладанні величезного числа трупів утворюються отрути, що з дощами чи ґрунтовими водами попадають у водойми, отруюючи їх. Ці ж отрути гублять тварин і на місці поховання.

Наступний фактор впливу воєн на довкілля - переміщення значних мас людей, спорядження й озброєння. Особливо це стало виявлятися лише в ХХ столітті, коли ноги мільйонів солдат, колеса й особливо гусениці десятків тисяч машин стали стирати в пил землю, а їхні шуми і відходи забруднювати місцевість на багато кілометрів навколо (причому ще і на широкому фронті, тобто фактично суцільною смугою).

І все-таки найбільший збиток довкіллю був нанесений у війнах ХХ століття, що цілком природно. Дві найважливіших обставини, що визначили це - нові могутні снаряди і двигуни.

До артилерійських знарядь додалася й авіація: бомби теж мають велике розсіювання і проникають глибоко в ґрунт, навіть глибше, ніж снаряди такої ж ваги. При цьому заряд бомб набагато більше, ніж в артснарядах. Крім руйнування ґрунтів і знищення тварин безпосередньо вибухами й осколками снарядів (у широкому змісті цього слова), нові боєприпаси викликають лісові і степові пожежі. До усього цього необхідно додати такі види забруднень, як акустичне; хімічне забруднення, як продуктами вибуху (а усі без винятку сучасні вибухові речовини дають при згорянні, тобто при вибуху, велику кількість отрутих газів) і пороховими газами (які також є вибуховими речовинами), так і продуктами горіння, викликаного вибухами.

Інший клас негативних впливів на навколишнє середовище пов'язаний із застосуванням двигунів. Перші військові двигуни взагалі і нафтові зокрема

з'явилися на флоті. І якщо шкода від парових машин, обмежувалась кіптявою так викинутими в море шлаками, що спокійно лежать на дні, то нафтові двигуни не тільки не зменшили кіптяву, але і зробили її більш шкідливою.

У ХХ столітті усі види озброєнь розвивалися. З'явилися також і нові: танки, авіація, ракети.

Хімічна, бактеріологічна й атомна зброя. Про вплив їхнього бойового застосування можна і не говорити - їх наслідки зрозумілі і так. Кількість випробувань хімічної й атомної зброї не йде ні в яке порівняння з кількістю фактів їхнього бойового застосування. При виробництві хімічної й особливо атомної зброї виходить безліч шкідливих і небезпечних речовин, що важко утилізувати і зберігати, та й то вони нерідко не утилізуються і не зберігаються, а просто викидаються.

Зараз відбувається знищення нашого довкілля і усе це розвивається з кожным днем! Про природоохоронні технології військові взагалі не занадто піклуються, а під час війни тим більше - діє формула якнайбільше, якнайдешевше і якнайшвидше. При такому підході не має сенсу навіть говорити про охорону довкілля і його багатств.

РОЗДІЛ 1. ВОЄННІ КОНФЛІКТИ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО ВІДНОВЛЕННЯ БІОГЕОЦЕНОЗУ

1.1. Антропогенний вплив на природу за часів війни

З перших днів вторгнення війська РФ розпочали цілеспрямоване знищення критичної інфраструктури як із застосуванням ракет високої точності, так і застосовуючи реактивну артилерію. Точно можна стверджувати що метою таких дій було ослаблення забезпечення українських міст паливом, ресурсами для відновлення та нанесення максимальної економічної шкоди. Втім, деякі кейси, зафіксовані нами, свідчать і про те, що метою окремих обстрілів було саме погіршення екологічної обстановки в населених пунктах. Не виключаємо, що частково таку мету переслідували і масштабні пожежі на складах легкозаймистих речовин та у великих будівельних супермаркетах. Вибухи сховищ аміаку а також умисне створення ядерної загрози (у різних формах одночасно) має ознаки тероризму – погроз застосування ядерних та хімічних засобів, згубних для населення, з метою примусу керівництва України до прийняття ультимативних умов країни-загарбника. Тож ми переконані, що однією з задач «спеціальної операції» армії РФ є саме масштабне погіршення стану довкілля в Україні.

За підрахунками Української природоохоронної групи, близько 44% площі установ природно-заповідного фонду (природні та біосферні заповідники, національні природні парки) перебувають в зоні бойових дій, або під тимчасовою окупацією російських військ. Масоване застосування артилерії та авіації в місцях боїв призводить до виникнення численних пожеж і пошкодження рослинного покриву. Однак, тваринний світ перебуває під ще більшою загрозою, адже окрім пожеж, їм також загрожує браконьєрство з боку військових, шум військового транспорту та боїв. Дрібні тварини (комахи та ін.), що в цей період перебувають у анабіозі – згорають разом із рослинністю. Особливо небезпечними зараз виглядають з огляду на початок весняної

міграції птахів. Багато видів прилетять гніздувати на Азово-Чорноморське узбережжя, де тривають бойові дії і не зможуть дати нове покоління через фактор турбування. Ще частина птахів повертатиметься в місця гніздування на Поліссі, де тривають не лише бойові дії а й неймовірної сили лісові пожежі. І нарешті, багато мільйонів птахів різних видів повинні будуть пролетіти Україну транзитом і повернутись в місця гніздування у Північній Європі. Але чи зможуть вони подолати зону бойових дій та пожеж – на цей час важко припустити. Таким чином, для багатьох видів птахів бойові дії можуть стати причиною глобального скорочення чисельності на рівні всієї Європи. В тому числі це стосується і глобально вимираючих видів [39].

В окупованих заповідниках і національних парках, де перебувають на утриманні значні поголів'я тварин (як-от біосферний заповідник «Асканія-Нова») а також у зоопарках, існує реальна загроза масової загибелі цих тварин через проблеми із закупівлею та доставкою кормів, а також із ветеринарним доглядом. Облаштування фортифікаційних споруд, вибухи боєприпасів і проїзд танків в межах природоохоронних територій також призводить до руйнування природних екосистем. Тривалу загрозу для біорізноманіття складають розливи паливно-мастильних матеріалів із пошкодженої техніки. Це стосується також річок і акваторій морів, куди також потрапляють збиті літаки, гелікоптери, а також тонуть військові кораблі [19].

За попередніми підрахунками, з початку повномасштабного вторгнення РФ в Україну, внаслідок обстрілів відбулися масштабні пожежі на щонайменше 10 нафтобазах, а також згоріли більше десяти великих складів легкозаймистих та паливно-мастильних матеріалів, мінімум 6 будівельних гіпермаркетів в різних містах (тисячі тонн будівельних матеріалів, зокрема пластики) та пошкоджені кілька газопроводів. Продуктами горіння нафтопродуктів на відкритому повітрі є чадний газ, оксиди сірки та азоту. Останні є кислотними газами, які при реакції з водою дають кислоти можуть подразнювати слизові оболонки при вдиханні.. Крім того, утворюється велика кількість ароматичних сполук, альдегідів, кетонів, які є шкідливими для

організму людини. Також характерний чорний дим під час пожеж на нафтобазах та складах є ознакою значних викидів мікрочасток сажі, яка є найнебезпечнішим канцерогеном з усіх, які можна зустріти у побуті.

Протягом першого тижня бойових дій окупантами було захоплено Чорнобильську та Запорізьку АЕС з усіма прилеглими до них об'єктами поводження з радіоактивними відходами і відпрацьованим ядерним паливом. При цьому, штурм ЗАЕС супроводжувався артилерійськими обстрілами території станції. І хоча реактори мають достатній захист, щоб унеможливити руйнування активної зони ректора внаслідок влучання снарядів, кожен день окупації збільшує ризики серйозної радіаційної аварії, яку за наслідками можна буде порівняти з вибухом на ЧАЕС у 1986 році, а в гіршому разі – в 6 разів більше. Ядерний терор супроводжується й іншими умисними діями: вивезенням з АЕС обладнання, що може призвести до аварії, аналогічної Чорнобильській; відключення ЧАЕС від енергопостачання, що з великою вірогідністю призведе до руйнування сховища ядерних відходів і унеможливить подальшу роботу на ЧАЕС; утримання працівників АЕС у заручниках. Врешті, щонайменше 45 000 російських військових, а також до ¼ всієї залученої до вторгнення техніки потрапили в Україну через Зону відчуження ЧАЕС, де перебували протягом кількох місяців в білоруській частині зони а надалі здійснили вторгнення в Україну, переміщуючись через найбільш забруднені радіацією території. Сьогодні заражена техніка і озброєння стали джерелом забруднення і поширили радіацію за межі зони на велику відстань [3].

Як уже згадувалось вище, активне застосування артилерії та авіації під час бойових дій спричиняє масові загоряння в природних екосистемах, зокрема в лісах. Аналіз свіжих супутникових знімків показує, що загальна площа радіаційно зараженої території, що горить або була нещодавно пройдена вогнем, – понад 7600 га. Пожежі та вторинні викиди радіонуклідів в лісах на найбільш забруднених частинах Чорнобильської зони відчуження можуть стати ще однією причиною радіоактивного забруднення. І хоча

досвід 2020 року показує, що наслідки таких пожеж не можна порівняти з серйозною аварією на об'єкті поводження з радіоактивними матеріалами, цією небезпекою не можна нехтувати.

Масоване застосування різних типів озброєння не лише призводить до великих жертв серед мирного населення, але й спричиняє викиди в атмосферу токсичних речовин під час вибухів боєприпасів та горіння ракетного пального.

Через великі втрати російська армія та проблеми з логістикою не має можливості захоронення та кремації загиблих солдатів з дотриманням необхідних норм, навіть з поправкою на умови війни. Для прикладу, в Седневі Чернігівської області спалювання трупів окупантів відбувається в крохмальних печах за низьких температур, а отже супроводжується викидами цілого букету токсичних речовин. Також затримки із прибиранням трупів з місць боїв, часто посеред населених пунктів, створюють ризики поширення інфекційних захворювань серед жителів окупованих територій та самих окупантів, а відтак – і на контрольованих Україною територіях. Крім того варто назвати і низку факторів, що матимуть довгострокову дію і призведуть до погіршення стану довкілля в найближчому майбутньому[29].

- В багатьох містах на сході України знищені підприємства хімічної і металургійної промисловості, що є найбільшими забрудниками довкілля, пошкоджені сховища відходів і очисні споруди міст, після чого відходи надалі вільно потраплятимуть в повітря, річки і моря. Вивільнення забрудників з часом прогресуватиме.

- В цілях техногенної безпеки рівень води у водосховищах дніпровського каскаду було знижено, що завадить нересту більшості промислових видів риби. Відповідно у наступні роки настане криза внутрішнього риболовства.

- Втрата 32% орних земель внаслідок окупації, замінування та бойових дій призведе з одного боку – до дестабілізації світового ринку продовольства, а з іншого боку – до знищення багатьох цінних природних екосистем (пасовищ та сіножатей) на доступній частині України, що будуть

розорюватись з надією компенсувати втрачені сільськогосподарські площі. На жаль, серед таких територій є і велика кількість таких, що є останніми місцями поширення рідкісних видів рослин та тварин [28].

1.2. Поняття і принципи екологічного балансу

Екологічний баланс є основою стійкого розвитку та збереження біосфери Землі. Це стан рівноваги між компонентами природного середовища, які включають повітря, воду, ґрунти, рослинність, тваринний світ і діяльність людини. Коли екологічний баланс підтримується, екосистеми функціонують гармонійно, забезпечуючи стійке існування всіх живих організмів. Однак зростаюче антропогенне навантаження, зокрема індустріалізація, урбанізація, сільське господарство та зміни клімату, часто порушує цей баланс, що призводить до деградації природних середовищ.

Основною сутністю екологічного балансу є здатність екосистеми зберігати стабільність попри внутрішні й зовнішні зміни. Цей баланс ґрунтується на природних циклах і взаємозалежностях між живими організмами та навколишнім середовищем. Наприклад, кругообіг вуглецю та азоту є важливими процесами, які допомагають підтримувати родючість ґрунтів і очищення атмосфери. Порушення одного елемента, як-от знищення лісів, може спричинити ланцюгові реакції, які впливають на все середовище [1].

Принципи екологічного балансу охоплюють кілька ключових аспектів. Перший принцип – це підтримання біорізноманіття. Кожен вид має свою роль в екосистемі, від великих хижаків до дрібних комах. Зменшення кількості одного виду порушує харчові ланцюги та природні взаємодії, що впливає на всю екосистему. Другий принцип – збереження природних ресурсів. Вода, повітря і ґрунти є основними елементами, від яких залежить усе життя на планеті, тому сталий підхід до їх використання критично важливий.

Наступним принципом є циклічність. Природа працює за принципом повторюваних циклів, де ресурси використовуються й відновлюються. Наприклад, опале листя розкладається, збагачуючи ґрунт, що забезпечує поживні ре-

човини для нових рослин. Порушення циклічності, як це відбувається при забрудненні, руйнує ці процеси й порушує екологічний баланс. Важливим є також принцип сталого розвитку, який забезпечує гармонію між потребами суспільства і природними можливостями. Це означає, що ресурси мають використовуватися так, щоб не зашкодити майбутнім поколінням.

Розуміння та дотримання принципів екологічного балансу – це шлях до збереження планети для майбутніх поколінь. Стійкий розвиток має стати основою діяльності людства, де економічні, соціальні та екологічні аспекти будуть інтегровані для досягнення гармонії з природою [45].

1.3. Екосистемні послуги біогеоценозів та їх роль у стійкості природних парків

Екосистемні послуги — це всі корисні ресурси та вигоди, які людина може отримати від природи. Від екосистемних послуг залежить задоволення фундаментальних потреб людини в середовищі існування й продуктах харчування, а отже від них прямо залежить рівень нашого життя. Таке бачення визнають науковці і політики більшості держав світу. У документі ООН «Millenium Ecosystem Assessment» екосистемні послуги прямо називають «прямим і непрямим внеском екосистем у добробут людини».

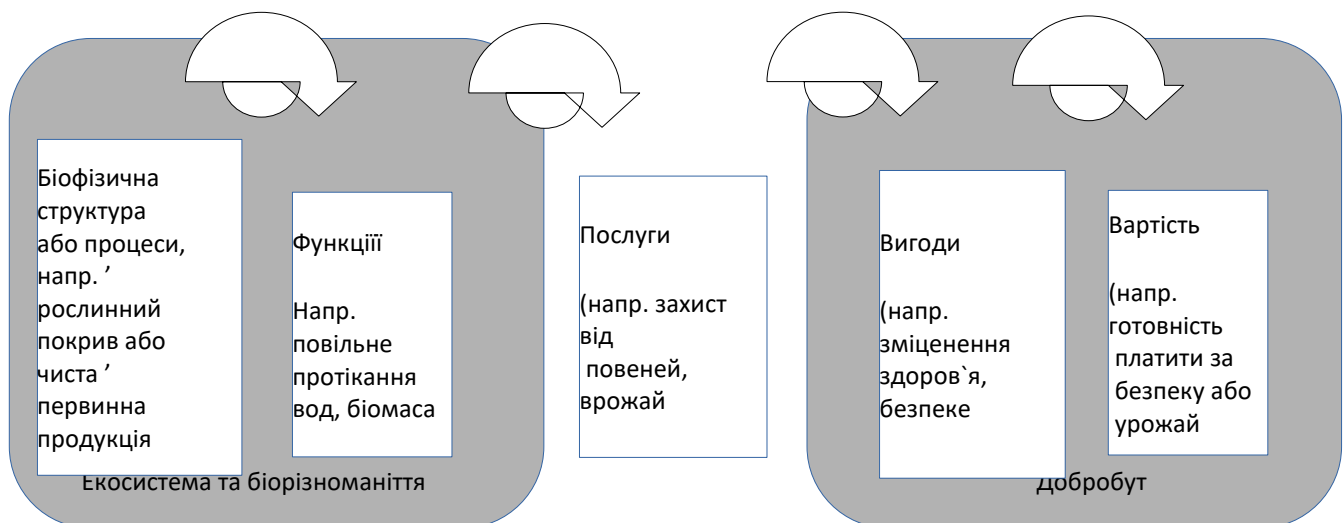


Рис 1.3 Концептуальні взаємозв'язки між екосистемами, збереженням біорізноманіття і добротом людини

Одна з основних екосистемних послуг – це регулювання клімату. Ліси, болота і водні екосистеми природних парків поглинають вуглекислий газ і виділяють кисень, зменшуючи концентрацію парникових газів в атмосфері. Це особливо важливо в умовах змін клімату, коли глобальне потепління загрожує багатьом регіонам світу. Природні парки виступають резервуарами, які стабілізують кліматичні умови, що є важливим для збереження видів і попередження природних катастроф [30].

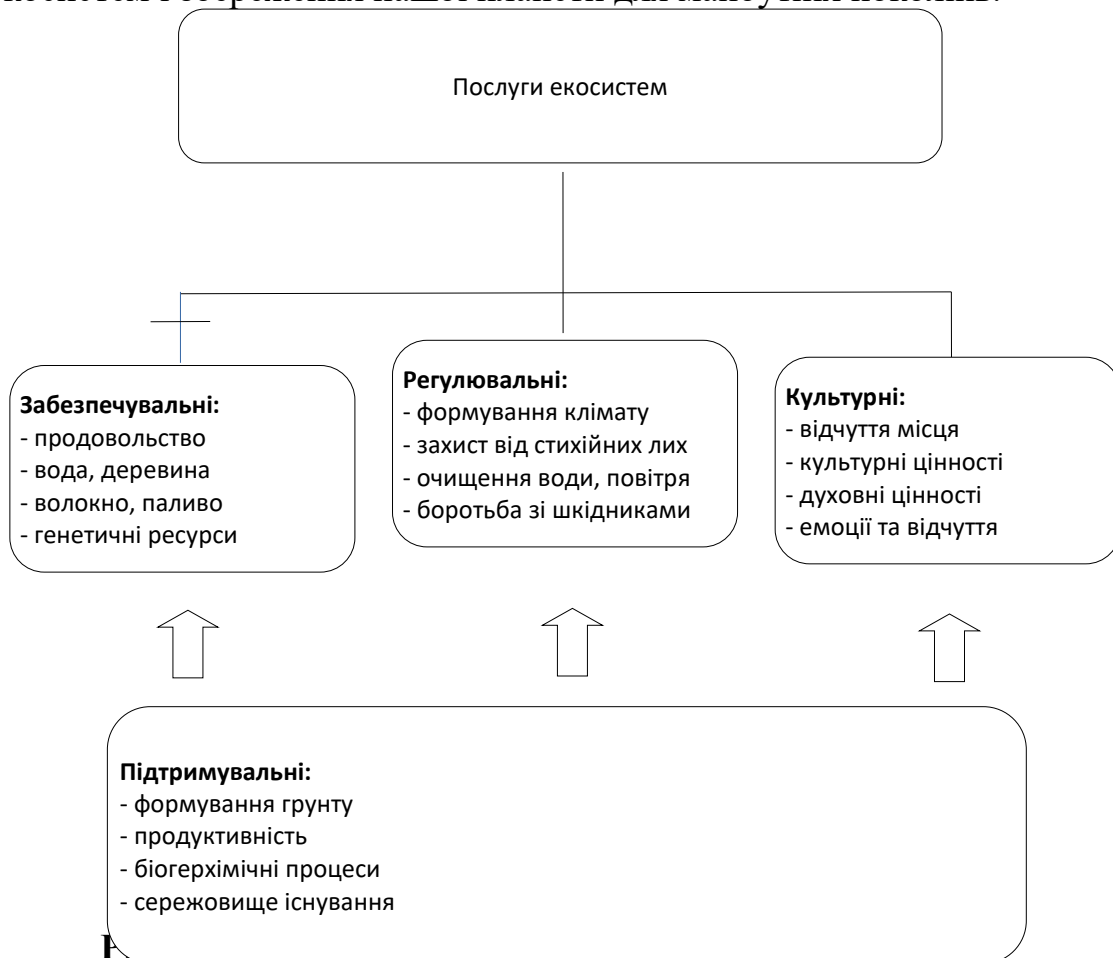
Ще одна надважлива функція біогеоценозів – це підтримка біорізноманіття. Природні парки забезпечують умови для проживання багатьох рідкісних і зникаючих видів. Це не лише естетична та етична цінність, але й практична – чим більше різноманіття видів, тим стабільнішою є екосистема. Біорізноманіття дозволяє екосистемам краще адаптуватися до змін, зберігати баланс і надавати послуги, від яких залежить людство. Наприклад, багато лікарських рослин, які є джерелом фармацевтичних препаратів, ростуть саме в умовах природних парків.

Важливою екосистемною послугою є очищення повітря і води. Ліси та болота природних парків фільтрують забруднення, поглинають шкідливі речовини і забезпечують якість води. Це надзвичайно цінно для людей, які живуть поблизу цих територій і отримують доступ до чистої питної води. Крім того, ці послуги сприяють здоров'ю екосистеми, що в свою чергу підтримує стабільність середовища на регіональному та глобальному рівнях [31].

Регуляція водного режиму – ще одна важлива функція природних парків. Біогеоценози, особливо ліси та болота, зменшують ризик повеней, поглинаючи надлишкову воду під час сильних дощів і поступово віддаючи її назад у навколишнє середовище. Це запобігає ерозії ґрунтів і зменшує ймовірність зсувів та інших катастрофічних подій.

Екосистемні послуги біогеоценозів також включають культурні та рекреаційні аспекти. Природні парки є місцями, де люди можуть відпочити, насолодитися природою та знайти натхнення. Це важливий фактор для ментального та фізичного здоров'я людини. Крім того, такі місця є культурною цінністю, відображаючи історичне і духовне значення природи для різних народів і спільнот.

Отже, екосистемні послуги біогеоценозів є основою стійкості природних парків і безцінним ресурсом для людства. Вони забезпечують підтримку стабільності клімату, очищення довкілля, збереження біорізноманіття, захист від природних катастроф та можливість для рекреації. Усвідомлення цієї ролі допомагає зрозуміти, наскільки важливо зберігати і відновлювати природні парки. Тільки в гармонії з природою можна забезпечити тривале існування екосистем і збереження нашої планети для майбутніх поколінь.



1.4. Критерії та індикатори екологічної збалансованості

Екологічна збалансованість є критично важливим аспектом сталого розвитку, що забезпечує гармонію між людською діяльністю та природними екосистемами. Успішне досягнення екологічної збалансованості можливе лише за наявності ефективних критеріїв та індикаторів, які дозволяють оцінити стан довкілля та ефективність екологічних заходів. Критерії та індикатори екологічної збалансованості дозволяють встановити стандарти, яких слід дотримуватися, щоб зберегти природні ресурси для майбутніх поколінь, а також виявити проблеми на ранніх стадіях і вчасно реагувати на них.

Критерії є основними характеристиками, за якими оцінюється збалансованість екосистеми. Вони виступають як нормативні орієнтири, що визначають, якими мають бути екологічні параметри для збереження довкілля. Серед основних критеріїв екологічної збалансованості варто виділити:

1. Збереження біорізноманіття. Біорізноманіття є основою стабільності екосистем. Цей критерій передбачає збереження різноманітних видів, середовищ існування та генетичного різноманіття в популяціях. Це є фундаментом для підтримки продуктивності, стійкості та відновлюваності екосистем.

2. Стійкість до антропогенних впливів. Екосистеми мають здатність поглинати вплив людини, але тільки до певної межі. Цей критерій вимірює здатність екосистем протистояти шкідливим впливам та відновлюватися після стресових ситуацій, таких як забруднення, надмірна експлуатація та зміни клімату.

3. Раціональне використання ресурсів. Природні ресурси мають використовуватися таким чином, щоб не порушувати їх природної регенерації. Це означає, що видобуток ресурсів повинен бути збалансованим із природними темпами їх відновлення.

4. Збереження природних ландшафтів. Важливим критерієм є збереження ландшафтного різноманіття, оскільки воно забезпечує просторове різноманіття екосистем, що підтримує життя різних видів.

5. Зниження забруднення. Одним із найбільш поширених критеріїв є скорочення рівнів забруднення до рівня, який не шкодить природним проце-

сам і здоров'ю людини. Це включає контроль за викидами шкідливих речовин, очистку вод та обмеження шкідливих відходів [4].

Індикатори є показниками, за якими оцінюється дотримання критеріїв екологічної збалансованості. Вони надають кількісну або якісну інформацію про стан екосистеми, рівень впливу на неї людини та загальну екологічну стабільність. Основними індикаторами екологічної збалансованості є:

1. Індекс біорізноманіття. Цей індикатор показує кількість видів у певній екосистемі, а також їхню чисельність і відносний розподіл. Високий індекс біорізноманіття свідчить про здорову та стійку екосистему.

2. Рівень забруднення повітря, води та ґрунтів. Індикатори забруднення дають змогу оцінити якість навколишнього середовища. Наприклад, концентрація токсичних речовин у воді чи повітрі є показником впливу людини на природу.

3. Обсяги викидів парникових газів. Цей індикатор важливий для оцінки впливу людської діяльності на зміну клімату. Зменшення обсягів викидів свідчить про те, що суспільство рухається в напрямку екологічної збалансованості.

4. Показники ерозії ґрунтів. Індикатор ерозії ґрунтів дозволяє оцінити, наскільки стійка екосистема до втрати родючого шару та як ефективно відбувається його відновлення.

5. Споживання води та відновлюваних ресурсів. Важливим індикатором є співвідношення між використанням ресурсів і їх відновленням. Якщо використання ресурсів перевищує темпи їх відновлення, це свідчить про порушення екологічного балансу.

6. Показники лісовідновлення. Для оцінки балансу лісових ресурсів важливим індикатором є кількість насаджених дерев у порівнянні з кількістю вирубаних. Ліси є основою для поглинання CO₂, тому збереження лісів є важливою частиною екологічної стратегії [37].

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА СТАНУ БІОГЕОЦЕНОЗУ ТА АНАЛІЗ ПРАКТИК ЕКОЛОГІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ: МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЧИН ПОШКОДЖЕННЯ

2.1. Методи дослідження території Національного природного парку “Гомільшанські ліси”

Повномасштабна війна, розв'язана росією проти України, може спричинити екологічну кризу. Дії росії в Україні — це свідомий руйнівний вплив на українське довкілля та екосистеми, а відтак — і на здоров'я українців. Заподіяна довкіллю шкода також є частиною світових екологічних проблем і неминуче вплине на глобальний стан справ. Саме тому так важливо висвітлювати екологічні злочини росії в Україні та говорити про можливі шляхи мінімізації їхнього впливу та рішення щодо самозахисту та повернення екології до норми.

Щоб зрозуміти, як війсьній дії на території Харківської області вплинули на Національний природний парк “Гомільшанські ліси” ми скористаємося такими методами дослідження.

Аналіз аерофотознімків: аерофотографія може надати велику кількість інформації про стан парку до та після війни. Завдяки цьому методу можна отримати зображення дерев, кущів, газонів, а також будівель та інфраструктури. Порівнюючи знімки до та після війни, можна оцінити рівень пошкоджень, що сталися в результаті бойових дій.

Аналіз аерофотознімків є важливим методом дослідження для отримання інформації про стан парку під впливом воєнних дій. Цей метод використовується для отримання зображення території парку з висоти, що дозволяє отримати повну картину про стан парку.

Аналізуючи аерофотознімки, дослідники можуть отримати наступну інформацію:

- Стан дерев, кущів, газонів та іншої рослинності: за допомогою зображень знімків можна визначити розташування та стан рослинності на тери-

торії парку. За допомогою аналізу зміни кольору та щільності рослинності можна оцінити ступінь її пошкоджень.

- Пошкодження будівель та інфраструктури: аерофотознімки можуть показати пошкодження будівель та інфраструктури на території парку. За допомогою порівняння знімків до та після війни можна визначити, які будівлі були пошкоджені під час війни.

- Рівень забруднення: аерофотознімки можуть бути використані для визначення рівня забруднення ґрунту та води. Зображення знімків може вказувати на зміни кольору та щільності водних джерел та ґрунту, що можуть бути ознаками забруднення.

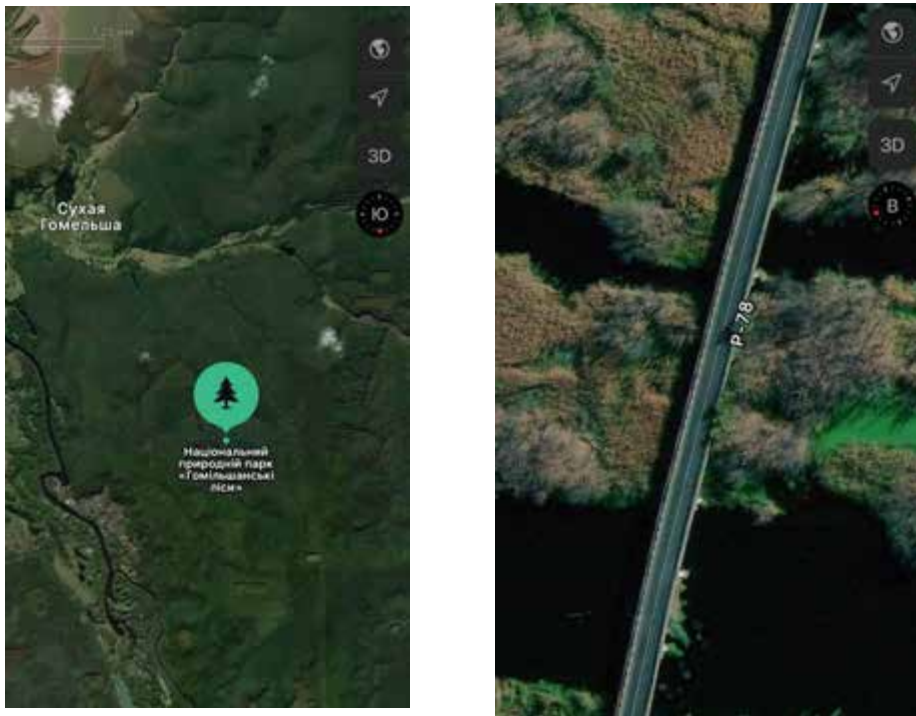


Рис. 2.1. Аерознімки Національного природного парку “Гомільшанські ліси”

Втрата біорізноманіття: аерофотознімки можуть бути зроблені з різних джерел, таких як літаки, дрони, супутники. Зображення знімків може бути оброблене за допомогою різних програм, що дозволяє отримати різні види карт, наприклад, зображення зі штучним підсиленням кольору, 3D моделі території парку та інше.

З початку повномасштабного вторгнення РФ зафіксовано вже понад 230 злочинів проти довкілля в Україні. У зоні активних бойових дій опинилися хімічно-промислові та металургійні заводи, нафтобази, склади з небезпечними відходами та атомні електростанції. Багато з цих об'єктів пошкоджено чи повністю зруйновано. Це несе реальну загрозу для природного середовища не лише України, а й усього світу.

Теренні дослідження: дослідники можуть провести теренні дослідження для отримання більш детальної інформації про стан парку. Цей метод включає збирання даних про рослини, їх стан, розташування та кількість. Також можуть бути вивчені причини, що впливають на стан рослин, такі як забруднення ґрунту та води.

Теренні дослідження можуть включати наступні етапи:

- Вивчення документації про парк, включаючи історію його створення, попередні дослідження та інші відомості.
- Огляд території парку: визначення меж парку, виділення основних зон та визначення головних елементів парку, таких як дерева, кущі, газони, ставки та інші.
- Опис та фотографування елементів парку: детальний опис та фотографування всіх елементів парку, включаючи дерева, кущі, газони, ставки, будівлі та інші. Також можуть бути використані спеціальні інструменти, такі як геодезичне обладнання, що дозволяє вимірювати висоту та координати різних елементів парку.
- Відбір проб ґрунту та води: відбір проб ґрунту та води на різних ділянках парку для визначення рівня забруднення.
- Аналіз отриманих даних: аналіз отриманих даних про територію парку, з використанням різних методів обробки даних, таких як геоінформаційні системи (GIS), статистичний аналіз та інші.



Рис.2.1. Вид зверху Національного природного парку “Гомільшанські ліси”

Теренні дослідження є важливим методом дослідження для отримання детальної інформації про стан парку під впливом воєнних дій. Цей метод використовується для збору інформації на місці, що дозволяє отримати детальну картину про стан парку та визначити рівень пошкоджень.

Дослідження ґрунту: дослідження ґрунту може надати інформацію про рівень забруднення та інші показники екологічного стану парку. Відомо, що воєнні дії можуть призвести до забруднення ґрунту, тому такі дослідження можуть бути корисними для визначення можливих шляхів відновлення та захисту екологічних функцій парку.

Дослідження ґрунту є важливим етапом в дослідженні парку, оскільки дозволяє отримати інформацію про склад та властивості ґрунту, що в свою чергу впливає на різноманітні аспекти життєдіяльності рослинного та тваринного світу парку.

Дослідження ґрунту може включати наступні етапи:

- Відбір зразків ґрунту: відбір зразків ґрунту на різних ділянках парку

з використанням спеціального інструменту — зябра.

- Визначення фізичних властивостей ґрунту: вимірювання таких показників, як текстура, структура, щільність, водопроникність та інші.
- Визначення хімічних властивостей ґрунту: визначення таких показників, як рН, гумусовий вміст, кількість основних макро- та мікроелементів (азоту, фосфору, калію, магнію, кальцію та інші).
- Аналіз отриманих даних: аналіз отриманих даних про склад та властивості ґрунту з використанням різних методів обробки даних, таких як статистичний аналіз, кореляційний аналіз та інші [25].

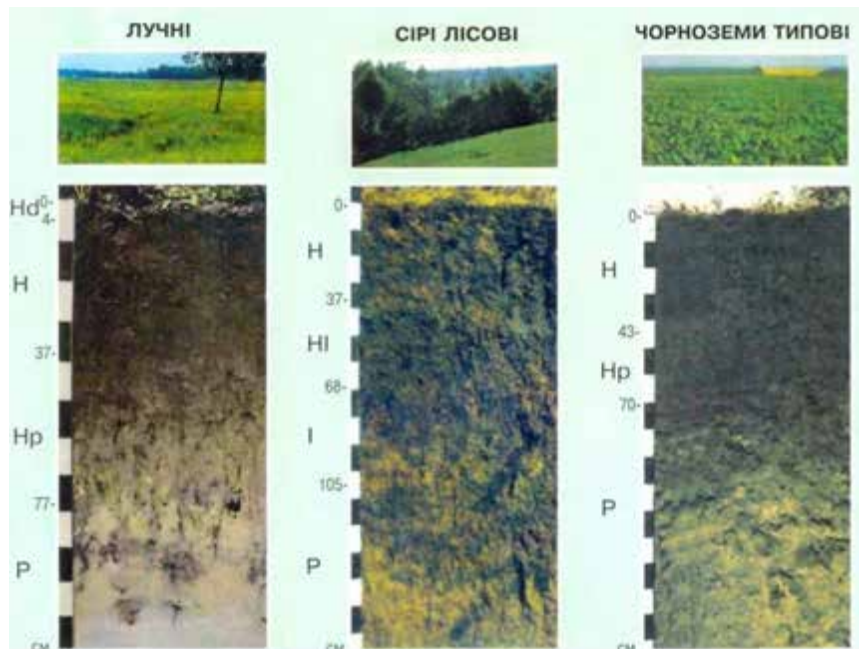


Рис.2.1. Ґрунти у Національно природному парку “Гомільшанські ліси”

Середньоросійська лісостепова провінція, туди відноситься Національно природний парк “Гомільшанські ліси” займає крайню східну частину лісостепової зони України, охоплюючи відроги Середньоросійської височини. Поверхня провінції горбиста і дуже розчленована, з висотами 180-185 м. У долинах річок відслонюються крейдянні породи. Кліматичні умови суворіші, ніж в інших лісостепових провінціях. Середні температури січня $-5... -8^{\circ}\text{C}$, липня $+19... +20^{\circ}\text{C}$. Середні річні суми опадів 450-500 мм. Поширені сірі лісові ґрун-

ти, чорноземи опідзолені. Переважають дубові та липово-дубові насадження. Основні напрями природокористування - сільськогосподарський, гірничодобувний та рекреаційний.

У межах Середньоросійської провінції виділяють дві фізико-географічні області: Сумську і Харківську схилово-височинні. У них переважають пологово-хвилясті розчленовані лісостепові межиріччя і схили з чорноземами типовими мало-гумусними на півночі і середньо-гумусними на півдні, масивами дубових і дубово-липових лісів, різноманітними проявами ерозії.

Лісостепова зона - регіон інтенсивного сільськогосподарського і промислового виробництва, великих територіально-виробничих комплексів, переважно літніх видів оздоровчої і пізнавальної рекреації.

Для запобігання дальшого руйнування ландшафтів необхідно чітко регулювати господарське використання земель, вживати природоохоронних лісомеліоративних заходів, ґрунтозахисну технологію землеробства, регулювати водний режим і стік. Природні лісостепові ландшафти зберігаються в Канівському і Ростоцькому заповідниках, філіалі Українського степового заповідника Михайлівська Цілина.

Лучні ґрунти – зонально зумовлена група гідроморфних ґрунтів, спільним діагностичним показником яких є оглеєння нижньої частини гумусованого профілю і материнської породи внаслідок неглибокого (1–2 метри) відносно постійного рівня ґрунтових вод. Поширені у всіх широтних фіз.-геогр. зонах, приурочені до знижень різного розміру на вододіл. територіях і надзаплав. терасових рівнин, днищ балок. Сформувалися під різнотравно-осоково-злаковою лучною рослинністю, інколи за наявності невеликої кількості чагарників, з гумусованим профілем потуж. 40–100 см, який диференціюється на такі горизонти: гумусовий, верх. перехід. і нижній перехід. оглеєний, а також ґрунтоутворювал. оглеєну породу (лес, лесоподібну, водольодовикову, давньо-оалювіал., крейдяно-мергел., морену тощо). Л. г. поділяють на звичайні (модал.) за прісного складу ґрунт. вод, солонцюваті засолені – за мінералізованого. Зонально ґрунти диференціюють на кілька типів. Лучні каштанові со-

лонцюваті засолені ґрунти формуються в комплексі із солонцями лучними каштановими солончаковими. Гумусований профіль (40–70 см) текстурно чітко диференційований за елювіал.-ілювіал. типом. Вони слабо-середньосолонцюваті, вміст солей коливається у межах від 0–30 см до 100–150 см; коефіцієнт про-філ. накопичення гумусу (КПНГ) 0,028–0,034, коефіцієнт віднос. акумуляції гумусу (КВАГ) 0,37–0,45 (дуже низькогумусоакумулятивний) при ГТКV-IX 0,46–0,54 і 0,50–0,58 при ГТКV-IX 0,51–0,59.

Типи сірих лісових ґрунтів:

Світло-сірі лісові: гумусовий горизонт малопотужний - 15-20 см, світло-сірого кольору, як і гумусово-елювіальний, що відрізняється сланцюватою або плитчаста структурою; ілювіальний горизонт добре виражений, дуже щільного складання, горіхуватої структури. Зміст гумусу від 1,5-3% до 5%, в його складі переважають фульвокислоти, що обумовлює кислу реакцію ґрунтів даного підтипу. У цілому, за морфологічними ознаками і властивостями близькі до дерново-підзолистих ґрунтів. Сірі лісові: дерновий процес виражений сильніше, а підзолистий - слабше, ніж у світло-сірих. Гумусовий горизонт сірого кольору, потужністю 25-30 см, вміст гумусу - від 3-4% до 6-8%, в його складі незначно переважають гумінові кислоти. Ґрунтовий розчин має кислу реакцію середовища. Елювіально - ілювіальний горизонт може бути не виражений. Темно-сірі лісові: серед сірих лісових ґрунтів виділяється найбільш інтенсивним дерновим процесом і найменш - підзолистим (кремнеземиста присипка не щільна, іноді може взагалі відсутні). Потужність гумусового горизонту - до 40 см, вміст гумусу - від 3,5-4% до 8-9%, гумінові кислоти переважають над фульвокислот. Реакція середовища - слабокисла. Характерна наявність новоутворень кальцію на глибині 120-150 см [16].

Роки обстеження	Обстеження площа, га	Вміст гумусу, %	pH сол.	Гідролітична кислотність Мг — екв. / 100 грам ґрунту	Сума обмінних основ
2018	979,9	2,29	5,4	2,46	12

2021	909,7	1,81	5,2	2,93	9
До 2018		-0,48	-0,2	+0,53	-3
2022	783,0	2,19	5,2	3,16	9
До 2021		+ 0,38	0	+0,23	0
Сірі лісові середньо суглинкові слабо і середньо змиті					
2018	1069,0	1,96	5,2	2,87	11
2021	1009,1	1,82	5,1	3,30	8
До 2018		-0,14	-0,1	+0,43	-3
2022	363,8	2,29	5,1	3,02	8
До 2021		+0,41	-0,1	-0,28	0
Сірі лісові легкосуглинкові в комплексі з темно-сірими					
2018	1145,4	2,04	5,1	3,23	11
2021	1126,5	1,76	4,9	3,24	9
До 2018		-0,28	-0,2	+0,01	-2
2022	1039,6	1,97	4,9	3,71	8
До 2021		+0,21	0	+0,47	-1

Таб 2.1. Фізико-хімічні властивості сірих лісових ґрунтів

Чорноземи звичайні — ґрунти, що сформувалися під різнотравно-ковилово-костричевою рослинністю на плато і схилах вододілів, лесових терасах на лесових породах і червоно-бурих глинах. Ці ґрунти є зональними для північної частини степової зони. Профіль чорноземів звичайних нагадує профіль чорноземів типових. Але в умовах більш жорсткого гідротермального режиму в цих ґрунтах гальмується процес гумусоутворення, профіль стає більш коротким (80—85 см і більше). Діагностичними ознаками цих ґрунтів є наявність у нижній частині профілю (в горизонтах Phk і Pк) виділення карбонатів у вигляді білозірки, в породі з глибини 4м в північній частині підзони, а південній частині з 2—2,5м залягання гіпсу, а глибше — інших водорозчинних солей, розпорошеність структури в одному шарі. Горизонти з білозіркою ущільнені. У межах перехідних горизонтів також виділяється карбонатний псевдоміцелій, рідше прожилки. Скипання від НС1 починається з нижньої частини гумусового горизонту (Нк), або з верхнього перехідного (НРк). У зоні розповсюджені мало- і середньогумусні види чорноземів. За глибиною профілю виділяють такі види, глибокі — грубизною 85—120 см; середньоглибокі або власне чорноземи звичайні — 80—85 см; неглибокі — менше 75 см. Чорноземи звичайні глибокі середньо- і малогумусні

займають північну найвищу і найвологішу частину підзони, яка примикає до Лісостепу. Залягають на Донецькому кряжі і є перехідними до типових чорноземів. У профілі поряд із білозіркою вони мають карбонатну цвіль у верхньому горизонті й шар кротовинного лесу, який збільшує загальну грубизну профілю до 110—120 см.




Чорнозем звичайний глибокий середньогумусний на лесах				
0	H	0-48 см		Гумусовий, темно-сірий, вологий, легко глинистий; 0-28 см – орний, пилувато-грудкуватий, рихлий; гідравний – зернистий, з багатьма червоточинами, поодинокі кротовини, перехід поступовий.
48	Hp/k	49-70(80) см		Верховий перехідний, добре гумусований, темно-сірий зі слабким буруватим відтінком, вологий, легкоглинистий, грудкувато-зернистий, ущільнений, оокристий, багато червоточин та копреліт, поодинокі кротовини, в нижній частині по слідах коренів карбонатна цвіль, жовтість від НСІ з глибини 62 см; перехід поступовий.
70	Pbk	71(81)-100(110) см		Нижовий перехідний, карбонатний, темно-бурий, вологий, легкоглинистий, грудкувато-зернисто-горіховидний, ущільнений, сильно переритий землеривами, по слідах коренів, червоточинам і структурним агрегатам багато карбонатної цвилі, перехід поступовий.
100	Pk	101(111)-180 см		Лес, до 150 см плямистий від великої кількості кротовин, донизу палевий, легко глинистий, ущільнений, оокристий, з глибини 140 см рідка карбонатна цвилька, слабкий міцелій та прожилки.
Місце закладки розрізу: м. Красноград Харківської області				

Рис 2.1. Опис профілю чорнозему звичайного середньогумусного на лесах

2.2. Аналіз успішних практик екологічного відновлення природних парків та втілення території Національного природного парку «Гомільшанські ліси»

Екологічне відновлення природних парків є важливим етапом збереження біорізноманіття, відновлення екосистем та підтримки природної стійкості територій. Цей процес включає в себе різноманітні стратегії та практики, спрямовані на відновлення екологічної рівноваги, очищення середовища від забруднень, покращення стану флори і фауни. На прикладі різних природних парків по всьому світу можна виявити ефективні стратегії, які можуть бути застосовані для відновлення біогеоценозу, в тому числі і на території Національного природного парку «Гомільшанські ліси».

1. Відновлення лісових екосистем через посадку дерев та боротьбу з ерозією ґрунтів

Однією з успішних практик є відновлення лісових екосистем, яке ак-

тивно практикується в різних країнах. Наприклад, у національному парку Гаріс (Франція) після значних лісових пожеж було здійснено масштабне відновлення лісів шляхом посадки нових дерев та боротьби з ерозією ґрунтів.

Це включало:

- Масове висаджування місцевих видів дерев для відновлення екосистеми.
- Створення захисних зон від ерозії ґрунтів шляхом застосування спеціальних біоінженерних методів (використання трав'яних і рослинних покриттів для зміцнення ґрунтів).
- Проведення регулярного моніторингу та застосування сучасних технологій для боротьби з ерозією.

Такий підхід дозволив не тільки відновити лісові масиви, але й запобігти їх подальшому руйнуванню.

2. Відновлення водних екосистем та регенерація гідробіонтів

Відновлення водних екосистем є важливим напрямом екологічного відновлення, оскільки природні водні ресурси можуть сильно постраждати від антропогенного впливу, забруднення та надмірної експлуатації. У Національному парку Чіркалі (Італія) успішно були реалізовані програми з очищення водних екосистем і відновлення водних біоресурсів:

- Відновлення прибережної рослинності для стабілізації водних екосистем.
- Використання природних методів очищення води, таких як відновлення торф'яних болот, що поглинають забруднення.
- Відновлення популяцій місцевих видів риб і інших гідробіонтів шляхом заборони на вилов і організації розплідників.

Ці заходи допомогли відновити баланс у водних екосистемах, що позитивно вплинуло на загальний екологічний стан парку.

3. Відновлення степових і лісостепових зон через випасання та біологічне різноманіття

На території багатьох природних парків активно використовуються ме-

тоди відновлення степових і лісостепових екосистем через контролювання випасу тварин та поліпшення біорізноманіття. В Національному природному парку «Карадаг» (Україна) було застосовано методи відновлення екосистеми степу та лісостепу:

- Контрольоване випасання худоби для попередження надмірного вирубування трав'яного покриву та підтримання біорізноманіття.
- Відновлення трав'яного покриву шляхом обмеження агротехнічних заходів і запровадження еко-стратегії для збереження рідкісних видів трав.
- Створення охоронних територій для збереження природних степових ландшафтів та запровадження програми збереження ендемічних видів рослин і тварин.

Ці практики дозволяють не тільки відновити біогеоценози степових зон, але й підтримувати стабільність екосистеми.

4. Відновлення і збереження популяцій диких тварин

Ще однією важливою складовою екологічного відновлення є відновлення та збереження популяцій рідкісних і зникаючих видів тварин. У Національному парку «Олдувай» (Кенія) в рамках програми відновлення екосистеми був здійснений комплекс заходів щодо збереження місцевих видів диких тварин:

- Відновлення природних місць існування для рідкісних видів, таких як гепарди і слони.
- Запровадження заборони на браконьєрство та захист територій від незаконної експлуатації.
- Організація спеціальних програм з розмноження тварин у неволі та подальше випускання в природне середовище.

Ці заходи дозволили відновити популяції великих ссавців, зберігши біорізноманіття і природний баланс.

5. Розвиток екологічного туризму як інструмент відновлення та збереження природних територій

Екологічний туризм є важливим інструментом для фінансування

відновлення природних парків та підтримки місцевих економік. В Національному парку «Гранд-Каньйон» (США) екологічний туризм є одним із основних напрямків діяльності для збереження території:

- Впровадження еко-туризму, що дозволяє зберегти природні ресурси, забезпечуючи місцеві громади робочими місцями.
- Організація екологічних маршрутів та екскурсій, що не порушують екосистеми, але дозволяють туристам насолоджуватися природною красою.
- Встановлення освітніх програм для відвідувачів, спрямованих на підвищення обізнаності щодо збереження довкілля.

Такі практики сприяють не лише збереженню природних територій, але й розвитку місцевих громад через сталий туризм.

Аналіз успішних практик екологічного відновлення показує, що ефективні стратегії відновлення екосистем включають в себе комплексний підхід, який поєднує природоохоронні заходи, підтримку біорізноманіття, покращення водних та лісових екосистем, а також використання екологічного туризму. Ці практики можуть бути адаптовані і для відновлення біогеоценозу Національного природного парку «Гомільшанські ліси», зокрема для відновлення лісових, степових та водних екосистем, а також підтримки стійкості місцевих популяцій диких тварин [32].

Для відновлення екосистем Національного природного парку «Гомільшанські ліси» після воєнних дій необхідно вибрати модель відновлення, яка враховує специфічні умови цього природного комплексу, типи пошкоджених екосистем, а також природні та антропогенні фактори, що впливають на відновлення. Ось кілька моделей, які можуть бути застосовані для цієї території:

1. Модель «Екологічного відновлення через біологічне різноманіття»

Ця модель передбачає відновлення екосистем через відновлення природної флори і фауни, а також стійких біогеоценозів, що включають рідкісні види рослин і тварин. Після воєнних дій природні біогеоценози часто зазнають серйозних змін через втрату чи пошкодження місць проживання, що призво-

дить до зменшення чисельності видів.

Ключові етапи:

- Відновлення біорізноманіття через створення сприятливих умов для відновлення популяцій рідкісних та зникаючих видів тварин і рослин, що є важливими для підтримки природного балансу.
- Засадження місцевими видами дерев і чагарників для відновлення лісових екосистем, що постраждали від бойових дій або вирубки.
- Регенерація водних екосистем, очищення води і відновлення біорізноманіття гідробіонтів, що сприяє відновленню водно-болотних угідь та берегових ліній.

Приклад застосування: Пошкодження природних ландшафтів унаслідок бойових дій часто призводить до порушення екологічної рівноваги в лісових екосистемах, що потребує реставрації місць існування місцевих видів і посилення видового різноманіття.

2. Модель «Інтегрованого природоохоронного менеджменту»

Ця модель є комплексною і передбачає поєднання екологічного відновлення з управлінськими і соціальними заходами. Вона орієнтована на інтеграцію різних аспектів відновлення: екологічних, соціальних і економічних. У цьому випадку особлива увага приділяється відновленню території через впровадження активних заходів з управління природними ресурсами і залучення місцевих громад.

Ключові етапи:

- Оцінка пошкоджень та планування відновлення (збір даних про стан екосистем, виявлення особливо пошкоджених територій).
- Створення охоронних зон, реабілітація деградованих земель, зокрема через інтервенцію в сільськогосподарські практики, щоб знизити антропогенний тиск на екосистеми.
- Залучення місцевих громад до програм екологічного відновлення, надання їм знань і ресурсів для ведення сталого землеробства і природоохоронної діяльності.

- Інтеграція екологічного туризму для фінансування природоохоронних програм і розвитку місцевих громад.

Приклад застосування: Відновлення природного парку після військових дій може включати створення мережі охоронних зон, де будуть проводитись роботи з регенерації ґрунтів, лісів і водних ресурсів. Цей підхід також сприятиме економічному розвитку регіону через сталий туризм.

3. Модель «Реставації природних екосистем через регенерацію ґрунтів і водних ресурсів»

Ця модель орієнтована на відновлення пошкоджених ґрунтів та водних ресурсів, що є основою для відновлення всієї екосистеми. Військові дії часто супроводжуються значним забрудненням ґрунтів і води, що впливає на біогеоценоз.

Ключові етапи:

- Очищення ґрунтів від вибухових речовин, токсичних забруднень і важких металів, що могли залишитись після бойових дій.
- Відновлення структури ґрунтів через посадку спеціальних рослин для відновлення родючості і стабільності.
- Регенерація водних ресурсів через очищення водних шляхів і відновлення природного водообміну в парку.

Приклад застосування: На території парку, де водні ресурси та ґрунти зазнали забруднення, необхідно застосувати методи фітотехнічного очищення, а також технології для поліпшення властивостей ґрунтів через посадку спеціальних рослин.

4. Модель «Майбутнє ландшафтне відновлення»

Модель ландшафтного відновлення передбачає відновлення території на рівні всього ландшафту, щоб забезпечити відновлення природних процесів і функцій екосистеми.

Ключові етапи:

- Відновлення ландшафтної структури шляхом реставації природних кордонів лісових масивів, степових ділянок, водно-болотних угідь.

- Відновлення зв'язків між екосистемами для забезпечення потоку поживних речовин і води, що є важливим для біогеоценозу.
- Створення біологічних коридорів для тварин, що допомагає відновити міграційні шляхи і стабільність популяцій.

Приклад застосування: Відновлення ландшафтів може включати створення нових лісових насаджень на місці вирубаних чи пошкоджених ділянок, відновлення водних шляхів і водно-болотних угідь для підтримки водних видів флори і фауни.

Вибір моделі для Національного природного парку «Гомільшанські ліси»

Враховуючи специфіку території, постраждалої внаслідок воєнних дій, найкраще застосувати модель інтегрованого природоохоронного менеджменту в поєднанні з моделлю відновлення ландшафтів через регенерацію ґрунтів та водних ресурсів. Це дозволить комплексно підходити до відновлення не лише лісових і водних екосистем, а й покращити стан біорізноманіття і стабільності екосистем в цілому.

Така комбінація дозволить ефективно відновити екосистеми парку та забезпечити сталий розвиток на всіх рівнях: від біологічного до соціально-економічного.

2.3. Аналіз результату та встановлення причин пошкодження дослідження стану біогеоценозу та його компонентів

Гомільшанські ліси — природоохоронна територія, національний природний парк в Україні. Об'єкт природно-заповідного фонду Харківської області. Розташований у межах Зміївського району Харківської області. Назва пов'язана з найближчими топонімами — річкою Гомільша і селами Велика Гомільша та Суха Гомільша.

Згідно з фізико-географічним районуванням територія парку відноситься до Харківської схилово-височинної області Середньоруської лісостепової

провідної Лісостепової зони.

Клімат в районі розміщення парку належить до помірно-теплого, з поперемінним зволоженням. Середня багаторічна температура повітря становить $+7^{\circ}\text{C}$, середня температура липня — $+21,5^{\circ}\text{C}$, середні річна сума опадів — 511мм. Тривалість безморозного періоду становить 155—160 днів. Глибина снігового покриву становить 18—20см з тривалістю його збереження близько 3 місяців [17].

На території парку є геологічні, геоморфологічні та гідрологічні пам'ятки природи. На кручах правого берега Сів. Дінця в ярах та балках можна прослідкувати за зміною палеографічних обставин, починаючи з еоцену. Тут можна побачити еволюцію ґрунтового покриву та знайти скам'янілості і відбитки древньої флори. До геоморфологічних пам'яток належить урочище «Провалля», яке являє собою багатосходинковий зсув, вкритий степовою та чагарниковою рослинністю а також зсув на схилах Монастирської гори, висота якого сягає 60 метрів. Цікавими гідрологічними пам'ятками є старичні озера та болота, такі як озеро Біле (довжина 1122 м, найбільша ширина — 297 м, площа 19,6 га), затока Косач (залишок старого русла р. Сіверський Дінець) та інші.

На території парку представлений майже весь спектр лісостепових ґрунтів. Переважна їх більшість належать до типових, але на території парку вони мають особливу цінність, так як залягають під природною рослинністю первинного походження, тобто це первинний, антропогенно незмінений, або слабо змінений варіант цих ґрунтів. Найціннішими із них є сірі та темно-сірі лісові ґрунти під первинною давньовіковою дібровою на вододілі, і вони являють собою еталони цих ґрунтів для лівобережжя Дніпра та для всієї лісостепової зони України [15].

Зараз розглянемо результати аналізів у Національному природному парку «Гомільшанські ліси». Не далеко від парку є ТЕЦ. Пошкодження енергетичних об'єктів, зокрема ТЕС, також становить пряму загрозу довкіллю. Пошкодження газових об'єктів створює небезпеку потрапляння газу під високим

тиском у навколишнє середовище, що призводить до пожеж Харківській області. Обстріли об'єктів промисловості та інфраструктури призводять до пожеж, які спричиняють додаткове забруднення повітря, ґрунту та води. Продукти горіння, які потрапляють, у повітря складаються з токсичних газів і твердих частинок. На цих об'єктах також буде значне забруднення ґрунту та води. Там, де були проведені заходи з гасіння пожежі, забруднення можуть включати залишки протипожежної піни [14].

Ризики, пов'язані з пошкодженням комунікацій, підприємств та інших об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, мають особливе значення, адже в умовах відсутності контролю й можливостей ліквідації негативних наслідків ці явища потенційно збільшують масштаби негативного впливу.

З настанням весни починається пожежонебезпечний період і зростає ризик виникнення пожеж в екосистемах унаслідок обстрілів. Після сходження снігу торішня трава підсихає, внаслідок чого може швидко спалахнути. В сухих умовах пожежі поширюються моментально та на великі площі. На територіях, окупованих російськими військами, служби ДСНС не зможуть працювати та проводити ліквідацію загорянь. Також сприятливі умови для поширення пожеж у монокультурних соснових насадженнях на півночі та сході України [13].

Крім лісів, на півночі країни, де ведуться активні бойові дії, поширені болотні екосистеми і торфовища. Велика частина торфовищ України є осушеною, а отже — на них є сприятливі умови для виникнення торфових пожеж. Такі пожежі важко погасити і, у звичайний час, тому продовження бойових дій на території північних областей матиме важкі наслідки як для довкілля, так і для здоров'я людей. Під час горіння торфовищ в повітря виділяються такі токсичні речовини, як оксид і діоксид вуглецю, дрібнодисперсний пил із діаметром часток 2,5 мікрони (характерно для горіння), летючо-органічні сполуки, до складу яких входить акролеїн, формальдегід.

Це небезпечно не лише через викиди в повітря, а й через те, що це вбиває живе довкілля — пожежі відбувались під час періоду розмноження, коли

тварини народжують та виховують дитинчат. Постраждали не лише звірі, а і птахи — порушені транснаціональні перельоти птахів, що мігрують.

У Національному природному парку “Гомільшанські ліси” є дуже рідка флора та фауна. Територія парку лежить на південній межі Лівобережного лісостепу, а тому відрізняється значним флористичним багатством. Всього тут налічують близько 1000 видів судинних рослин. Перелік рідкісних рослин становить 132 види, з яких 37 видів — це рослини нагірних дібров, 34 види — рослини борової тераси, 31 вид трапляється на заплавах луках та 30 — степових видів. До Червоної книги України та міжнародних «червоних» переліків занесені: хвощ великий, цибуля ведмежа, в'язіль стрункий, що є реліктовою рослиною дольодовикового періоду, аконіт дібровний (ендемік басейну Сіверського Дінця), вороняче око, любка дволиста, костриця висока, костриця шорстколиста, гніздівка звичайна, гронянка півмісяцева, зозулині сльози яйцеподібні, зозулинець болотний, ковила волосиста та ковила дніпровська, косарик тонкі, рябчик малий та інші [8].



Рис.2.2. Вороняче око з Червоної книги у Національному природному парку “Гомільшанські ліси”

На території парку знаходиться Козацький дуб Понкрата Рябухи, якому вже 375 років.



Рис.2.2. Козацький дуб Понкрата Рябухи у Національному природному парку “Гомільшанські ліси”

У лісах Гомільшанського лісового масиву виявлено низку реліктів атлантичного, третинного та льодовикового походження. На гіпнових та сфагнових болотах борової тераси ізольовано трапляються представники північної тайгової фауни, а на суміжних піщаних станціях мешкає низка псамофільних і термофільних видів середземноморського і навіть середньоазіатського походження — реліктів ксеротермічного періоду.

Різноманіття біотопів даного природного комплексу сприяє розвитку різних видів наземних хребетних тварин. Тут трапляється близько 20 видів земноводних та плазунів. На піщаних кучугурах на узліссях бору мешкає рідкісна різнобарвна ящірка — плазун, що зберігся у незмінному вигляді з дольодовикового періоду [7].

Майже 130 видів птахів мешкає у парку, більша частина з них має статус рідкісних у Європі. Трапляються рибалочка голубий, бджолоїдка звичайна, сиворакша, вивільга. На заплавах луках трапляється деркач — вид, занесений до Червоного Списку Міжнародного Союзу Охорони Природи (МСОП), до Європейського Червоного списку і є дуже рідкісним у країнах Західної Європи. Гніздяться тут великі хижі птахи, занесені до Червоної книги України — орел-могильник та орлан-білохвіст, скопа, яструб коротконогий, зміїд, підорлик великий та орел-карлик. У кронах дерев, дуплах та штучних гніздівлях можна зустріти сіру та сова вухата, сич хатній, голуба-синяка та інших. У заплаві гніздяться лиска, водяна курочка, чайка, шилохвіст та інші. Над плесами ширяють річкові крячки, мартини, є багато берегових ластівок, що будують нори у крутих берегах Сіверського Дінця. Тут трапляються чаплі сіра та руда, журавель сірий [20].



Рис.
2.2. Яструб
коротко-
ногий з

Червоної книги у Національному природному парку “Гомільшанські ліси”

Якщо звернутися до теренного дослідження то можна виділити хімічне забруднення від обстрілів та ракет. Під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюється низка хімічних сполук: чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO₂), водяна пара (H₂O), бурий газ (NO), закис азоту (N₂O), діоксид азоту (NO₂), формальдегід (CH₂O), пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N₂), а також велика кількість токсичної органіки, окислюються навколишні ґрунти, деревина, дернина, конструкції.

Оксид азоту(IV), нітроген(IV) оксид, діоксид азоту — неорганічна сполука складу NO₂. За звичайних умов є газом червоно-бурого кольору, з характерним гострим запахом або жовтуватою рідиною. Газ є сумішшю оксиду NO₂ та його димер N₂O₄ [6].

Найбільшими джерелами NO₂ є двигуни внутрішнього згоряння, теплові електростанції і, в меншій мірі, заводи з переробки целюлози. Бутанові газові обігрівачі та печі є також джерелами NO₂. У побуті, газові обігрівачі та газобігрівачі є джерелами діоксиду азоту. Діоксид азоту утворюється, також, і в результаті ядерних випробувань, і відповідає за червоний колір грибовидної хмари.

Разом із оксидом NO (так звані оксиди NO_x), діоксид азоту є одним з найбільших забруднювачів атмосфери, в декількох районах землі його концентрація досягає 30 мкг/м³, що лише на декілька одиниць менше ніж гранично допустима концентрація. Діоксид азоту відіграє важливу роль в хімії атмосфери, в тому числі в утворенні тропосферного озону. У 2005 році учені з Університету Каліфорнії припускали взаємозв'язок між рівнем NO₂ і синдромом раптової дитячої смертності.

Діоксид азоту також утворюється під час грози. Такий процес називають атмосферною фіксацією азоту. Дощ, який утворюється при таких бурях, містить певну кількість азотних добрив.

Азот, заст.душець (N₂) — назва простої речовини Нітрогену. Молекула азоту утворена з двох атомів Нітрогену.

Азотна кислота в хмарах або на тумані, це кислотні дощі. Бувають гірші варіанти кислотних дощів, хімічна промисловість вимагає поваги. Масштаб шкоди, як сильно рознесе, в когось можуть постраждати дахи, в когось плями на одязі [10].

Під час вибуху всі речовини проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції вивільняються в атмосферу. Основні з них — вуглекислий газ і водяна пара — не є токсичними, а шкідливі в контексті зміни клімату, оскільки обидва є парниковими газами. В атмосфері оксиди сірки та азоту можуть спричинити кислотні дощі, які змінюють рН ґрунту та викликають опіки рослин, до яких особливо чутливі хвойні. Кислотні дощі мають негативний вплив і на організм людини, інших ссавців та птахів, впливаючи на стан слизових тканин та органів дихання.

Металеві уламки снарядів, що потрапляють у довкілля, також не є безпечними та цілковито інертними. Чавун із домішками сталі є найбільш поширеним матеріалом для виробництва оболонки боєприпасів та містить у своєму складі не тільки стандартні залізо та вуглець, а й сірку та мідь. Ці речовини потрапляють до ґрунту і можуть мігрувати до ґрунтових вод і в результаті потрапляти до харчових ланцюгів, впливаючи і на тварин, і на людей.

У менших масштабах (але з більшою різноманітністю впливів) джерелом забруднення є також згорілі танки, транспортні засоби, збиті літаки та інші залишки бойових дій.



Рис. 2.2. Підірваний міст через річку Сіверський Дінець, що йде через Національний природний парк “Гомільшанські ліси”

Вода – це цінний ресурс як для людини, так і для довкілля. На жаль, під час воєнних дій окупанти завдають шкоду всьому: життю і здоров’ю людей, довкіллю, зокрема і водним ресурсам. За місяць війни Екодія нарахувала близько 100 екологічних злочинів, що негативно впливають на стан земельних, водних ресурсів та повітря, а також завдають непоправну шкоду екосистемам. Десятки цих злочинів прямо чи опосередковано спричиняють забруднення водних ресурсів, які і так є дуже обмеженими [5].

Міжнародні дослідження зазначають, що війни, починаючи з Першої Світової, чимдалі більше впливають на екосистеми. Це пов’язано зі збільшенням потенціалу сучасної зброї, яка завдає більшої шкоди навколишньому се-

редовищу. Як приклади називають розлив нафти у водні ресурси Кувейту під час Перської війни, або ж пошкодження каналізаційних ліній та очисних споруд в Ізраїлі під час війни у Лівані у 2006р., що призвело до відкладання мулу у Середземному морі. Бойові дії можуть відбуватися на морських шляхах, або ціллю військових операцій може стати водна інфраструктура (водопровідні труби, очисні споруди, дамби тощо). Ці дії класифікуються як водний тероризм [50].

Такі бойові дії зараз і відбуваються на території України.

Окупанти обстрілюють водну інфраструктуру, замінують дамби, проводять воєнні операції на території Сіверського Дінця.

За місяць війни стратегічною ціллю окупантів стали нафтобази у Харкові, Чернігові Луганську, Житомирі, Калинівці, Львові, Дубно, Луцьку та інші. Такі вибухи можуть призводити до забруднення як ґрунту, так і водних ресурсів.

Тому окрім питання недостатності водних ресурсів, важливо розглядати також питання доступу до чистої води. Руйнування інфраструктури та промислових об'єктів може призводити до потрапляння у водні об'єкти забруднюючих речовин, що призводить до їх забруднення, водночас зруйновані очисні споруди та насосні станції не спроможні очищати воду та постачати її українцям [18].

Воєнний конфлікт може призвести до забруднення річок та озер наслідками викидів хімічних речовин, нафти, палива та інших токсичних матеріалів. Це може масово вбивати рибу та інші водні організми, порушувати природні екосистеми та негативно впливати на людей, які залежать від цих водних ресурсів.

Руйнування водної інфраструктури: У воєнний період можуть бути пошкоджені або знищені водні споруди, такі як греблі, водозабірні та водорозподільні системи, каналізаційні мережі та інші інфраструктурні об'єкти. Це може призвести до зміни гідрологічного режиму, затоплення або засухи, порушення ритму життя водних організмів та затримки розвитку екосистем.

Втрата біорізноманіття: Военний конфлікт може спричинити загибель різноманітних видів риби, водних птахів та інших водних організмів через пряме знищення їх середовища існування або забруднення води. Це може мати довгострокові наслідки для екосистем та природних процесів у водних екосистемах.

Порушення водного балансу: Военні дії можуть призвести до зміни водного балансу, зокрема через зниження рівнів ґрунтових вод, висихання річок та озер або навпаки - затоплення внаслідок руйнування інфраструктури.

Забруднення ґрунту у Національному природному парку “Гомільшанські ліси”. Російські війська атакують Донецьк та Луганськ, де протікає ріка Сіверський Дінець, що проходить через Національний природний парк “Гомільшанські ліси”, що призводить до забруднення вод і поширення отруйних речовин у річку. Нафтопродукти негативно впливають на річкові біоценози, формуючи плівки на поверхні води, що порушує обмін енергією, теплом, вологою та газами між річкою і атмосферою. Крім того, вони напряму впливають на фізико-хімічні та гідрологічні умови, викликають загибель риби, птахів і мікроорганізмів.

На знімку зображена ділянка Національного природного парку “Гомільшанські ліси” [21].



Рис. 2.2 Приліт ракети на ділянку Національного природного парку “Гомільшанські ліси”.

Як результат такого обстрілу — пошкодження рівної поверхні поля, потрапляння уламків снарядів у ґрунт та вивільнення в атмосферу токсичних газів. Отже, з усім по черзі:

Уламки снарядів. Оболонки боєприпасів виготовлені з чавунного сплаву, до якого, окрім заліза і вуглецю, додають сірку та мідь. Якщо такі уламки залишаються в землі, з часом вони починають окислюватись, надходити до колообігу речовин довкілля та включатися до харчових ланцюгів. Крім того, частина боєприпасів мають елементи, виготовлені з використанням збідненого урану. За підрахунками, взятими з дослідження Української природоохоронної групи, через обстріл лише на квадратному кілометрі поля в Харківській області, у ґрунт потрапило 50 тонн заліза, 1 тонна сполук сірки та 2,35 тонни міді — і це лише ті речовини, вміст яких є найбільшим [23].

Токсичні гази. Окрім цього, під час вибуху навіть одного кілограму вибухівки в атмосферу викидається кілька десятків кубометрів таких токсичних газів як оксид сірки, оксид азоту та монооксид карбону. Врешті, з атмосфери оксиди сірки та азоту повертаються в ґрунт через кислотні дощі, які змінюють рН ґрунту та викликають опіки рослин. Виходить, ґрунт стає кінцевою ланкою хімічного ураження боєприпасами.

Кислотні дощі – це опади, що містять кислі компоненти, такі як сірчана або азотна кислота, які випадають на Землю з атмосфери у вологій або сухій формі. До них можуть ставитися дощ, сніг, туман, град або навіть пил, які є кислотними.

Термін «кислотний дощ» був придуманий в 1852 році шотландським хіміком Робертом Ангусом Смітом, згідно Королівському хімічному суспільству, яке називає його «батьком кислотного дощу». Сміт вибрав цей термін, вивчаючи хімічний склад дощової води поблизу промислових міст Англії і Шотландії.

Хоча антропогенні забруднювачі в даний час є причиною більшості

кислотних опадів, природні явища також можуть бути їх джерелом. Наприклад, на зараз це воєнні дії [2].

Кислотні частки і гази також можуть осідати з атмосфери при відсутності вологи у вигляді сухого осадження. Кислотні частки і гази можуть швидко осідати на поверхні (водойми, рослинність, будівлі) або можуть реагувати, утворюючи більші частки, які можуть завдати шкоди здоров'ю людини. Коли накопичені кислоти змиваються з поверхні під таким дощем, ця кислота протікає над землею і через неї, і може завдати шкоди рослинам і дикій природі, наприклад, комах і риб [24].

Руйнування значного масштабу спричиняє й сама вибухова хвиля. За підрахунками спеціалістів, на полі, яке ми розглядаємо як приклад, вибухами вивернуто щонайменше 90 000 тонн ґрунту. По-перше, для вирівнювання поверхні поля знадобиться витратити чимало пального, а по-друге, лише засипати вирви — недостатньо, оскільки по краях вирви ґрунт значно ущільнений — такий ґрунт вважають деградованим, адже в ньому змінена інтенсивність процесів, які домінували на довоєнному ґрунтовому ландшафті (гуміфікація, вилуговування, вивітрювання і, звісно, колообіг води). Відмінні процеси ґрунтоутворення неодмінно призведуть до зміни складу ґрунту, як от у Центральній Європі, де й досі з цим стикаються після Першої світової війни. Швидкість відновлення ґрунту — справа неймовірно часозатратна, глобальна середня швидкість його утворення становить близько 0,06 мм/рік. Крім цього, вибухи вбивають рослинність. Це цілком логічно [55].

Пошкодження водонепроникного шару ґрунту й потрапляння забруднювачів у водоносні горизонти. Потужні вибухи можуть зруйнувати водонепроникний шар корінних порід. У такому випадку пришвидшується просочування води в ґрунт, вода у вирві не затримується, а ще більше розмиває її стінки. Це пришвидшує відкладення органічної речовини всередині ґрунтового профілю і сприяє окисленню ґрунтів. Так у водоносні горизонти та водні шляхи потрапляють агресивні забруднювачі. Якісь із них можуть переноситися далеко за межі поля бою. Такі забруднення можуть суттєво впливати на

безпеку та здоров'я людей — наприклад, у муніципалітетах, що розташувались поблизу так званої "червоної зони" у Франції (низка територій на північному сході країни, де велися активні бойові дії під час Першої світової війни; понад 1200 км² родючої землі в районі Верденської битви були визнані владою як "повністю розгромлені") у 2012 році заборонили споживання питної води через надмірний вміст перхлорату, який використовують у виробництві ракет та боєприпасів [11].

Війна триває, щодня додаються сотні таких ран на поверхні землі, живі мікроорганізми гинуть, вода та ґрунт псується, а парки стають непридатними для використання, принаймні, до відновлення поверхні та повного розмінування. Що робити українцям із такими полями та чи будуть вони придатні до використання хоча б після мінімальних дій щодо їх відновлення?

Нажаль, після війни ми будемо пожинати плоди бойових дій — руйнування екосистем, забруднення ґрунтів, зменшення біорізноманіття, зростання кількості шкідників у лісах. Крім того, відбудова країни потребуватиме значної кількості природних ресурсів. Також є ризик невиконання Україною вже поставлених кліматичних цілей, адже війна — це внесок у зміну клімату, а відновлення країни неминуче буде супроводжуватись значними викидами парникових газів [26].

Оскільки очікується значне хімічне забруднення ґрунтів та вод, важливо після війни подбати про ефективну систему моніторингу стану довкілля. Яка б дозволила зафіксувати реальний об'єм завданої шкоди довкіллю та дозволила вжити найефективніших заходів, щоб уникнути подальшого погіршення ситуації та щоб відновити екосистеми до безпечного стану — і для людини, і для дикої природи.

Зараз є дуже важливою активність Міндовкілля, громадянського суспільства та екологічного комітету Верховної Ради, щоб уся шкода довкіллю була максимально зафіксована та у подальшому компенсована агресором.

Також важливо, щоб план відновлення України включав заходи з відновлення та збереження екосистем, а до планів із відбудови населених

пунктів включати природорієнтовані рішення та заходи з адаптації до зміни клімату [2].

РОЗДІЛ 3. КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ВІДНОВЛЕННЯ БІОГЕОЦЕНОЗУ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ГОМІЛЬШАНСЬКІ ЛІСИ»

3.1. Модельні сценарії відновлення біогеоценозу

Під екологічно збалансованим відновленням біогеоценозу розуміється процес відновлення природних екосистем з максимально можливим збереженням природного різноманіття і функцій екосистем, таких як кругообіг поживних речовин, водний цикл, поліпшення якості ґрунтів та повітря. Такий підхід спрямований на відновлення здатності екосистем функціонувати автономно і бути стійкими до майбутніх змін, як природних, так і антропогенних.

Одним із основних аспектів є те, що відновлення біогеоценозів має здійснюватися з урахуванням специфіки локальних умов, типу пошкоджень і довгострокових наслідків, які залишають воєнні дії. Моделі відновлення повинні бути різноманітними і адаптованими до конкретних умов [38].

Моделі екологічного відновлення на прикладі «Гомільшанських лісів»

Для відновлення біогеоценозу після воєнних дій у Національному природному парку «Гомільшанські ліси» можна застосувати кілька моделей екологічного відновлення. Ці моделі мають на меті комплексно підходити до проблеми, враховуючи всі аспекти екосистеми, від ґрунтів до біорізноманіття, та включати соціальні та економічні фактори.

1. Модель «Екологічного відновлення через біологічне різноманіття»

Ця модель є однією з найефективніших для територій, постраждалих внаслідок війни. Вона передбачає відновлення екосистем через відновлення природної флори і фауни, а також збереження рідкісних і зникаючих видів, які є важливими для стабільності біогеоценозу.

Застосування цієї моделі в Гомільшанських лісах:

- Відновлення флори: Враховуючи, що військові дії призвели до втрати або пошкодження місць існування багатьох видів рослин, важливо провести засадження лісових масивів місцевими видами дерев і чагарників, що

відновлять природні ландшафти. Це дозволить покращити стан ґрунтів, що зазнали деградації внаслідок вибухів та ерозії.

- **Захист біорізноманіття:** Пошкодження місць проживання тварин створює загрозу для популяцій диких тварин, зокрема рідкісних видів. Відновлення природних середовищ допоможе відновити ці популяції та покращити зв'язки між екосистемами, які підтримують стійкість всієї екосистеми.

- **Відновлення водних екосистем:** Військові дії часто спричиняють забруднення водних ресурсів. Очищення водних шляхів та створення сприятливих умов для відновлення водно-болотних угідь дозволить не тільки відновити місця існування водних видів, а й поліпшити якість води, що важливо для лісових та водно-болотних екосистем [35].

2. Модель «Інтегрованого природоохоронного менеджменту»

Ця модель передбачає комплексний підхід до відновлення екосистем, поєднуючи природоохоронні заходи з управлінськими, соціальними та економічними аспектами. Вона спрямована на стале управління природними ресурсами та інтеграцію природоохоронної діяльності в місцеві громади.

Застосування цієї моделі в Гомільшанських лісах:

- **Оцінка пошкоджень та планування відновлення:** Перед тим як перейти до конкретних заходів з відновлення, необхідно провести детальну оцінку пошкоджень, визначити найбільш постраждалі території і пріоритетні напрямки для відновлення.

- **Залучення місцевих громад:** Важливо не тільки працювати над відновленням екосистем, а й залучати місцеві громади до природоохоронної діяльності. Це може включати організацію просвітницьких програм, навчання з ведення сталого сільського господарства та природоохоронної діяльності.

- **Створення охоронних зон та біологічних коридорів:** Для відновлення популяцій диких тварин необхідно створювати біологічні коридори, що з'єднують різні екосистеми і допоможуть популяціям мігрувати і відновлюватися.

3. Модель «Реставації природних екосистем через регенерацію ґрунтів і водних ресурсів»

Оскільки воєнні дії мають серйозний вплив на ґрунти та водні ресурси, ця модель зосереджується на очищенні та відновленні цих важливих екологічних елементів.

Застосування цієї моделі в Гомільшанських лісах:

- Очищення ґрунтів: Вибухи та забруднення від військової техніки можуть призводити до великого накопичення токсичних речовин в ґрунті. Використання біотехнологій для очищення ґрунтів допоможе відновити родючість і сприятливі умови для росту рослин.

- Очищення водних ресурсів: Очищення річок і водойм від важких металів та хімічних забруднювачів за допомогою біологічних методів очистки, таких як фітотехнічні технології, допоможе відновити екосистеми водно-болотних угідь і забезпечить чисту воду для всієї екосистеми.

4. Модель «Реставації природних екосистем через залучення природних процесів»

Ця модель базується на принципі використання природних процесів для відновлення екосистем, що зазнали пошкоджень. Вона передбачає мінімальне втручання людини, з акцентом на природні механізми самовідновлення. Важливим елементом цієї моделі є забезпечення сприятливих умов для природного поновлення рослинності, відновлення біорізноманіття та підвищення стійкості екосистем.

Застосування цієї моделі в Гомільшанських лісах:

- Реставація через природну регенерацію: У випадку з лісами важливо забезпечити умови для самовідновлення природних лісових масивів. Це може включати контроль за вирубкою лісів, відновлення лісових площ через природний посів насіння та стимулювання росту місцевих видів.

- Забезпечення природного поновлення водно-болотних угідь: Відновлення водно-болотних екосистем може бути досягнуте через зниження антропогенного навантаження на водойми, що дозволить природним

процесам фільтрації та очищення води ефективно відновити чистоту водних ресурсів.

- Підтримка природного кругообігу поживних речовин: Важливим аспектом є надання екосистемі можливості для відновлення природних процесів кругообігу поживних речовин і вуглецю, що сприятиме збільшенню родючості ґрунтів та розвитку флори.

5. Модель «Екологічного туризму як інструмент відновлення»

Ця модель полягає у використанні екологічного туризму як одного з інструментів відновлення природних територій. Екологічний туризм не тільки сприяє фінансуванню природоохоронних ініціатив, але й дозволяє зберігати природні ландшафти та біорізноманіття завдяки обмеженому та відповідальному використанню природних ресурсів.

Застосування цієї моделі в Гомільшанських лісах:

- Розвиток екологічного туризму: У Гомільшанських лісах можна розвивати екологічний туризм, що зводиться до обмеженого впливу на природне середовище при одночасному забезпеченні доступу для відвідувачів, які захоплюються природою. Це дозволить залучити фінансування для відновлювальних проєктів, зберігаючи при цьому біорізноманіття.

- Освітні програми та волонтерські ініціативи: Організація екологічних програм для відвідувачів, зокрема через волонтерські акції з очищення лісів, висадження дерев і покращення інфраструктури парку, допоможе не лише відновити екосистеми, а й забезпечити сталість природоохоронних проєктів через участь громади.

- Участь у наукових дослідженнях: Залучення туристів до дослідження та моніторингу стану екосистем дозволить зібрати важливі дані для подальшого відновлення території, а також створить можливості для розвитку науково-дослідницької діяльності в межах парку [54].

3.2. Вплив запланованих заходів на стійкість екосистеми

Національний природний парк «Гомільшанські ліси» — це унікальна

природна територія, що має велике значення для збереження біорізноманіття і підтримки природних процесів в екосистемах лісів, водойм та водно-болотних угідь. Однак через вплив різноманітних факторів, зокрема воєнних дій, екосистема цього парку зазнала значних змін. Заплановані заходи для відновлення біогеоценозу мають суттєвий вплив на стійкість екосистеми, сприяючи її стабілізації і розвитку [12].

1. Оцінка стану біогеоценозу та його значення

Біогеоценоз Національного природного парку «Гомільшанські ліси» складається з численних взаємопов'язаних компонентів: флори, фауни, ґрунтів, водних ресурсів та кліматичних умов. Всі ці компоненти взаємодіють, створюючи стійку та збалансовану систему. Природні процеси, що відбуваються в парку, забезпечують самовідновлення екосистем, підтримуючи енергетичний і речовий баланс. Однак воєнні дії, забруднення середовища та зміни клімату можуть спричинити порушення цієї рівноваги, що вимагає невідкладних заходів для відновлення [34].

2. Заплановані заходи і їх вплив на стійкість екосистеми

Заплановані заходи щодо відновлення біогеоценозу в парку спрямовані на відновлення функцій екосистеми, зменшення негативних наслідків воєнних дій та стабілізацію природних процесів. До таких заходів можна віднести:

- Реставрація лісових масивів: Відновлення лісів через висадку місцевих видів дерев та підтримку природного регенераційного процесу. Це сприятиме відновленню не лише деревної рослинності, але й біорізноманіття в лісових екосистемах, адже ліс є домом для багатьох видів тварин і рослин.
- Відновлення водно-болотних угідь: Багато водойм і боліт в парку зазнали впливу через забруднення та витягнення води під час воєнних дій. Відновлення природних водоохоронних зон сприяє фільтрації води, відновленню водно-болотної фауни та рослинності, що є важливим елементом для підтримки кліматичної рівноваги і збереження біорізноманіття.
- Стимулювання природного поновлення флори та фауни: Впровадження програм для підтримки місцевих видів рослин і тварин

дозволить підвищити стійкість екосистеми, оскільки різноманітність видів забезпечує її здатність адаптуватися до змінних умов.

3. Вплив заходів на стійкість екосистеми

Заплановані заходи мають важливий вплив на стійкість екосистеми, забезпечуючи її здатність до самовідновлення і стійкості до стресів. Відновлення лісів і водно-болотних угідь знизить рівень ерозії ґрунтів, поліпшить якість води і створить сприятливі умови для відновлення популяцій дикої природи.

Підвищення біорізноманіття: Завдяки відновленню природних середовищ для місцевих видів рослин і тварин, біорізноманіття в парку збільшиться. Це дозволить екосистемам бути більш стійкими до впливу зовнішніх чинників і забезпечить стійке функціонування всіх компонентів природного комплексу.

Покращення екологічної стійкості: Завдяки збалансованому підходу до відновлення екосистем, парки зможуть ефективніше протистояти зовнішнім загрозам, таким як кліматичні зміни, вторгнення чужорідних видів чи екологічні катастрофи. Різноманітність видів дозволяє екосистемам зберігати функціональність і адаптуватися до змін.

Екосистемні послуги: Відновлення екосистем парку «Гомільшанські ліси» дозволить знову відновити важливі екосистемні послуги, такі як очищення води, збереження родючості ґрунтів, підтримка кліматичної рівноваги та збереження біорізноманіття. Це позитивно вплине на довгострокову стійкість не тільки парку, але й навколишнього середовища в цілому.

4. Значення стійкості екосистеми для майбутнього

Стійкість екосистеми Національного природного парку «Гомільшанські ліси» має вирішальне значення для збереження природних процесів і підтримки біорізноманіття. Завдяки впровадженню заходів щодо відновлення природних процесів, парк зможе забезпечити стабільність і стійкість своїх екосистем, що є основою для розвитку стійкої природоохоронної території.

Заплановані заходи для відновлення біогеоценозу Національного природного парку «Гомільшанські ліси» є важливими для відновлення природних екосистем, підвищення їх стійкості та збереження біорізноманіття. Викори-

стання збалансованих і науково обґрунтованих методів реставрації лісів, відновлення водно-болотних угідь і стимулювання природного поновлення флори і фауни дозволить стабілізувати екосистему, покращити екологічну стійкість і забезпечити функціональність природних процесів. Це забезпечить збереження не лише природного середовища, а й підтримку здорового клімату і екологічної рівноваги в регіоні [19].

3.3. Рекомендації для відновлення Національного природного парку "Гомільшанські ліси"

Перш за все її необхідно максимально очистити від залишків снарядів, мін тощо, щоб вони не продовжували забруднювати ґрунти ще багато років поспіль.

Другий крок — рекультивация порушених земель. При цьому варто зазначити, звертає увагу експертка, що ці заходи передбачають на меті не тільки повернення та відновлення земель для сільськогосподарської діяльності, а й для лісгосподарського, рибного, комунального та промислового користування.

Інший варіант, який наводить як приклад експертка, ГО "Еколтава" Юлія Авраменко — вилучення ділянки з подальшою консервацією та заборону відвідування.

"Україна має подібний досвід — самосійні ліси, які утворилися після закриття колгоспів. Для цього потрібен не один десяток років, однак вони зможуть відновити загальний екологічний баланс й стати житлом для багатьох видів тварин і рослин", — пояснює експертка.

Ми вже згадали про "Червону зону" ("Zone Rouge") у Франції вище — вона є одним з прикладом такого "полишення" земель. Верденська битва була першою в історії битвою, у якій використовувалась артилерія. Сама битва між французами та німцями тривала близько 300 днів, у результаті чого, за свідченням Британської історикині Крістіни Гольштейн, земля була буквально вкрита патронами та уламками від важких артилерійських снарядів:

"Земля була просто повністю розбита. Будь-які дерева були вирвані, а люди ховалися, де могли, у ямки від снарядів і в ями в землі", — пише Гольштейн. Після закінчення війни була введена сувора заборона доступу на цю територію, будь-яка сільськогосподарська діяльність, яка впроваджувалась на землях, була заборонена — це й очевидно, адже всі села на й без того не дуже густонаселеній території було геть знищено артилерією [36].

Згодом шляхом очищення площу особливо ураженої зони вдалося зменшити до 100 км² (приблизно розміром із Париж). Втім, на деякі ділянки досі заборонено в'їжджати, на території все ще можна знайти нерозірвані снаряди та їхні уламки.

Для очищення ґрунтів від важких металів застосовують наступні заходи:

- Якщо ґрунт кислий — проводять вапнування; якщо лужний — гіпсування. Це переведе важкі метали в малорухомі форми й вони не зможуть проникати через кореневу систему в рослину та плоди.
- У ґрунти вносять органічні іонообмінні речовини, такі як гранули полістиролу, цеоліти.
- В перші роки початку рекультивації на таких полях висаджують культури, які не здатні до накопичення важких металів, технічні культури (бавовну, льон) і постійно ведуть моніторинг фізичних та хімічних властивостей ґрунтів.

Відновлення парку після воєнних дій може бути складною та тривалою процедурою, але може бути здійснене з розумінням і прикладенням відповідних зусиль. Нижче наведено кілька кроків, які можна виконати для відновлення парку після воєнних дій:

- Оцінити стан парку: Першим кроком у відновленні парку є оцінка стану, в якому він знаходиться. Потрібно визначити ступінь пошкодження та руйнування парку, а також з'ясувати, які елементи можуть бути відновлені, а які - відновленню не підлягають.
- Планування відновлення: Після оцінки стану парку можна розпоча-

ти планування відновлення. Необхідно визначити, які елементи будуть відновлюватися, в якій послідовності та з якими ресурсами.

- Очищення території: Після планування необхідно провести очищення території від уламків та інших залишків війни.
- Відновлення зеленого покриву: Зелений покрив є одним з найважливіших елементів парку. Він забезпечує відповідне середовище для життя рослин і тварин, а також забезпечує естетичний вигляд парку. Тому відновлення зеленого покриву має велике значення.
- Створення нових елементів парку: Відновлення парку може включати створення нових елементів, таких як джерела, струми та інші водні об'єкти, стежки та майданчики. Це допоможе покращити доступ до парку та збільшити його екологічну різноманітність.
- Встановлення захисних систем: Для захисту парку від подальших пошкоджень слід встановити захисні системи, такі як бар'єри та огорожі, щоб запобігти вхідному руху, що може пошкодити парк.
- Залучення громадськості: Важливо залучити громадськість до процесу відновлення парку [40].

Найкращим рішенням для пошкоджених війною територій, на нашу думку, має стати ренатуралізація – природне відновлення біотопів, так би мовити, здичавіння цих територій. Лише так найбільш ефективно можна буде подолати механічні та хімічні наслідки бойових дій, що зробили територію непридатною для подальшого використання. Це стосується як природних, так і господарських територій. Такий шлях дозволить у цілому покращити стан довкілля в Україні, адже збільшить кількість природи, а отже, чистого повітря, води і зручнішого мікроклімату. Сприятиме досягненню Україною цілей збереження довкілля, визначених у рамках міжнародних договорів, зокрема Конвенції про біологічне різноманіття [25].

3.4. Основні етапи моніторингу біогеоценозу

Моніторинг біогеоценозу є важливим інструментом для оцінки стану екосистеми та забезпечення її стійкості. У Національному природному парку «Гомільшанські ліси», який пережив негативний вплив воєнних дій, цей процес є критично важливим для відновлення природного середовища та відстеження змін у складі біотичних і абіотичних факторів. Основні етапи моніторингу біогеоценозу в парку включають:

1. Початкова оцінка стану біогеоценозу

На цьому етапі проводиться комплексна оцінка поточного стану біогеоценозу парку. Це включає:

- Оцінку стану рослинності, зокрема лісових масивів, водно-болотних угідь та інших природних середовищ.
- Оцінку стану флори і фауни, визначення змін у популяціях основних видів рослин і тварин, що є індикаторами здоров'я екосистеми.
- Визначення рівня забруднення навколишнього середовища (повітря, води, ґрунтів).

Цей етап дозволяє зрозуміти, які екосистеми найбільше постраждали від воєнних дій, а також дає уявлення про найбільш уразливі компоненти екосистеми [41].

2. Регулярне спостереження та збір даних

На цьому етапі проводяться регулярні спостереження за ключовими компонентами екосистеми:

- Спостереження за змінами в біорізноманітті.
- Моніторинг стану водних ресурсів та якості води.
- Вивчення структури лісових і водно-болотних екосистем, а також їх здатність до природного відновлення.
- Вимірювання рівня забруднення, включаючи викиди важких металів та пестицидів у ґрунти та води.
- Збір даних про стан і здоров'я тварин, зокрема за допомогою автоматичних камер, спостереження за слідами та іншими методами.

Регулярний збір даних дозволяє виявити тенденції і зміни в екосисте-

мах, що мають відношення до відновлення парку після воєнних дій [47].

3. Аналіз та оцінка результатів моніторингу

На цьому етапі зібрані дані аналізуються для визначення того, як зміни в біогеоценозі впливають на стійкість екосистеми. Це включає:

- Порівняння з попередніми даними, якщо вони доступні, для виявлення змін у складі флори та фауни.
- Оцінка тенденцій щодо відновлення або деградації ключових компонентів екосистем.
- Визначення найбільш уразливих ділянок парку, що потребують додаткової уваги для відновлення.

Цей етап є важливим для прийняття рішень про подальші заходи відновлення та для коригування стратегії управління природним середовищем парку.

4. Ідентифікація факторів впливу

На цьому етапі здійснюється ідентифікація та оцінка факторів, що можуть впливати на біогеоценоз парку. Це може включати:

- Визначення основних антропогенних і природних факторів, таких як зміни клімату, забруднення, нові види флори і фауни.
- Оцінка рівня впливу воєнних дій на екосистеми, зокрема через пошкодження інфраструктури, забруднення ґрунтів та вод.
- Аналіз вивезення ресурсів (деревина, вода) або інші зміни, що можуть вплинути на стійкість екосистеми [48].

Цей етап дозволяє побудувати картину загроз, що стоять перед екосистемою парку, і визначити пріоритети для подальших заходів.

5. Розробка та коригування плану відновлення

На основі зібраних даних і аналізу ситуації, розробляється або коригується план відновлення біогеоценозу. Це включає:

- Визначення конкретних заходів для відновлення лісових і водноболотних екосистем.
- Створення програм для стимулювання природного поновлення

флори і фауни.

- Визначення пріоритетних напрямів для поліпшення екологічного стану (відновлення популяцій видів, покращення водних ресурсів, очищення ґрунтів).

Цей етап є важливим для реалізації ефективних заходів, спрямованих на відновлення екосистеми.

6. Оцінка ефективності заходів відновлення

Після впровадження заходів щодо відновлення біогеоценозу проводиться моніторинг їх ефективності. Це включає:

- Вимірювання зміни в біорізноманітті.
- Оцінка стану екосистем через кілька років після реалізації відновлювальних заходів.
- Аналіз показників покращення якості води, ґрунтів, а також відновлення природних процесів.

Цей етап дозволяє оцінити успішність відновлення та внести необхідні корективи для забезпечення стійкості екосистеми.

7. Створення довгострокового моніторингового плану

З метою забезпечення сталого розвитку і відновлення біогеоценозу Національного природного парку «Гомільшанські ліси», необхідно розробити довгостроковий план моніторингу. Це включає:

- Оновлення та уточнення методів моніторингу відповідно до нових наукових досліджень.
- Забезпечення регулярності і сталості спостережень.
- Інтеграцію нових технологій і методик для покращення точності оцінки екосистем.

Довгостроковий план моніторингу гарантує, що парк буде залишатися екологічно стабільним і здатним до природного відновлення в майбутньому [46].

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО ВІДНОВЛЕННЯ БІОГЕОЦЕНОЗУ

4.1. Економічне обґрунтування відновлювальних заходів

Відновлення біогеоценозу природних територій після воєнних дій є складним і багатоетапним процесом, що вимагає врахування як екологічних, так і економічних аспектів. У випадку Національного природного парку «Гомільшанські ліси», який зазнав значних змін унаслідок військових дій, важливо не тільки повернути екосистеми до їхнього природного стану, але й зробити це з урахуванням економічної доцільності. Ось кілька основних аспектів, які стосуються економічного обґрунтування відновлювальних заходів:

1. Оцінка вартості відновлення екосистеми

Для ефективного відновлення біогеоценозу необхідно розрахувати загальну вартість відновлення. Це включає вартість таких заходів:

- Відновлення пошкоджених лісових масивів (закладання нових дерев, очищення територій, контроль за розвитком флори).
- Відновлення водно-болотних угідь, зокрема очищення води та ґрунтів від забруднювачів.
- Встановлення біорізноманіття через відновлення популяцій тварин, в тому числі шляхом реінтродукції зниклих видів.

Потрібно враховувати й непередбачувані витрати, такі як постійний моніторинг, вплив зміни клімату та екологічні кризи, що можуть вплинути на ефективність відновлювальних заходів [43].

Вартість відновлення екосистеми (С)

Формула для розрахунку вартості відновлення екосистеми враховує витрати на різні етапи відновлення:

$$C = C_{\text{восстановления}} + C_{\text{мониторинг}} + C_{\text{реконструкция}} + C_{\text{управления}}$$

де:

- $C_{\text{восстановления}}$ — витрати на відновлення природних ресурсів

(дерева, рослини, водно-болотні угіддя тощо),

- Смоніторинг — витрати на моніторинг стану екосистеми,
- Среконструкція — витрати на відновлення інфраструктури та місць для туристів, освітніх програм тощо,
- Суправління — витрати на управління природним парком, включаючи охорону і адміністрування.

2. Економічні вигоди від відновлення біогеоценозу

Відновлення екосистеми має кілька економічних переваг для місцевих громад і країни загалом:

- Розвиток екотуризму: Відновлення природних територій підвищує туристичну привабливість парку. Це може забезпечити стабільне джерело доходів для місцевих громад і фінансування для природоохоронних заходів.
- Поліпшення аграрного потенціалу: Відновлення водно-болотних угідь і лісів сприяє покращенню якості ґрунтів та водних ресурсів, що є основою для розвитку сільського господарства в регіоні.
- Біорізноманіття як індикатор здоров'я екосистеми: Відновлення біогеоценозу сприяє розвитку здорових і стабільних екосистем, що є основою для майбутніх економічних вигод через збереження природних ресурсів (води, деревина, ліки, декоративні рослини) [52].

Економічні вигоди від відновлення екосистеми (V)

Для розрахунку економічних вигод можна застосувати наступну формулу:

$$V = V_{\text{туризм}} + V_{\text{агрономія}} + V_{\text{біорізноманіття}} + V_{\text{громадські послуги}}$$

де:

- $V_{\text{туризм}}$ — вигоди від розвитку екотуризму, зокрема від збільшення туристичних потоків,
- $V_{\text{агрономія}}$ — вигоди від поліпшення стану ґрунтів і води для сільського господарства,
- $V_{\text{біорізноманіття}}$ — вигоди від відновлення біорізноманіття для

екосистем і суспільства,

- Угромадські послуги — вигоди від поліпшення якості води та повітря для місцевих громад [32].

3. Інвестиції у сталий розвиток та відновлення екосистем

Одним із важливих економічних аспектів є залучення інвестицій для відновлення природних територій. Для цього потрібно:

- Розробити та просувати інвестиційні проєкти, що мають на меті відновлення екосистем. Це можуть бути державні програми підтримки екологічних ініціатив, а також залучення приватного сектору.

- Використовувати механізми зеленого фінансування, включаючи гранти, кредити на пільгових умовах та інші інструменти, що дозволяють зменшити фінансове навантаження на державний бюджет.

- Включати місцеві громади у процес відновлення, що дозволить скоротити витрати на відновлення, а також створити нові робочі місця [53].

Розрахунок чистого економічного ефекту (NEE)

Чистий економічний ефект можна визначити як різницю між вигодами та витратами:

$$NEE = V - C$$

де:

- NEE — чистий економічний ефект,
- V — економічні вигоди від відновлення екосистеми,
- C — витрати на відновлення екосистеми.

Якщо результат позитивний, то відновлення є економічно вигідним.

4. Ризики і економічні втрати через погіршення стану екосистем

Необхідно також враховувати можливі економічні втрати, які можуть виникнути через погіршення стану екосистем у разі відсутності належного відновлення:

- Зниження продуктивності сільського господарства через деградацію ґрунтів, забруднення води і повітря.
- Погіршення здоров'я людини через зниження якості води та по-

вітря, що може призвести до збільшення витрат на охорону здоров'я та соціальне забезпечення.

- Зниження привабливості для туризму, що може суттєво вплинути на економіку регіону.

Таким чином, своєчасне й ефективне відновлення екосистем у Національному природному парку «Гомільшанські ліси» є не лише екологічно важливим, але й економічно вигідним заходом.

Оцінка рентабельності (ROI)

Рентабельність інвестицій в екологічне відновлення визначається за допомогою показника ROI:

$$ROI = \frac{V}{C} \times 100$$

де:

- ROI — рентабельність інвестицій,
- V — економічні вигоди від відновлення екосистеми,
- C — витрати на відновлення екосистеми.

Якщо $ROI > 1$, це свідчить про позитивну рентабельність і вигідність інвестицій.

Витрати на моніторинг екосистеми

Для розрахунку витрат на моніторинг екосистеми можна застосувати формулу:

$$C_{\text{monitoring}} = (N \times P) + (\text{Stech} \times T)$$

де:

- N — кількість контрольних точок для моніторингу (наприклад, стан води, флора, фауна),
- P — вартість одного вимірювання або аналізу,
- Stech — вартість технічного обладнання для моніторингу,
- T — кількість місяців або років моніторингу [51].

5. Інноваційні технології та підходи для зниження вартості відновлення

Завдяки впровадженню новітніх технологій можна знизити загальну

вартість відновлення екосистеми:

- Використання біотехнологій для очищення ґрунтів і води.
- Використання методів моніторингу за допомогою дронів і датчиків для ефективного контролю стану екосистеми.
- Вдосконалення методів відновлення лісів через застосування природного поновлення або гібридних методів.

Інноваційні підходи дозволяють зменшити витрати на відновлення, прискорити процес відновлення екосистем і зробити його більш ефективним.

Прогноз економічного ефекту (PE)

Для прогнозування довгострокових вигод від відновлення екосистеми застосовують формулу:

$$PE = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{(1+r)^i}$$

де:

- PE — прогнозований економічний ефект,
- V_i — вигоди від відновлення на i -й рік,
- r — ставка дисконтування (річна ставка доходу),
- n — кількість років прогнозу.

6. Планування і стратегія довгострокових екологічних інвестицій

Для успішного відновлення екосистеми в довгостроковій перспективі важливо розробити стратегію інвестицій.

- Залучення довгострокових інвестицій для фінансування відновлювальних заходів.
- Прогнозування економічних вигод і витрат від реалізації екологічних ініціатив на кілька років вперед.
- Підготовка стратегічних планів щодо стійкості екосистем і на основі цих планів залучення фінансування від державних і міжнародних екологічних фондів [22].

Оцінка вартості екосистемних послуг (ESV)

Екосистемні послуги мають значну економічну цінність, яку можна

оцінити за допомогою формули:

$$ESV=A \times P \times V$$

де:

- А — площа відновлюваної екосистеми (га),
- Р — середній показник вартості екосистемної послуги на одиницю площі (в гривнях на гектар),
- V — кількість екосистемних послуг (наприклад, очищення води, зберігання вуглецю).

Це дозволяє оцінити економічну вигоду від відновлення різних компонентів екосистеми.

Економічне обґрунтування відновлювальних заходів є необхідною частиною процесу екологічно збалансованого відновлення біогеоценозу Національного природного парку «Гомільшанські ліси». Це не тільки дозволяє оцінити вартість і вигоди від таких заходів, але й забезпечує сталий розвиток регіону через поліпшення економічної ситуації, збереження природних ресурсів та підвищення якості життя місцевих громад. Врахування економічних аспектів у процесі відновлення екосистем є важливим для досягнення балансу між природоохоронними заходами та соціально-економічними потребами суспільства [3].

4.2 Оцінка вартості відновлення та економічної доцільності заходів

Оцінка вартості відновлення екосистеми та економічної доцільності заходів є важливим етапом при плануванні екологічно збалансованих заходів відновлення біогеоценозу, зокрема в природних парках, таких як Національний природний парк «Гомільшанські ліси». Це дозволяє зрозуміти, наскільки доцільні інвестиції в екологічне відновлення і які економічні вигоди можуть бути отримані в результаті виконання відновлювальних заходів.

1. Оцінка вартості відновлення екосистеми

Для оцінки вартості відновлення екосистеми використовуються різні методи, які враховують витрати на відновлення біорізноманіття, покращення стану природних ресурсів, моніторинг і управління. Ось деякі з основних ком-

понентів вартості відновлення екосистеми:

1.1 Витрати на відновлення природних ресурсів

До цих витрат належать:

- Вартість посадки дерев: витрати на закупівлю саджанців, роботу з їх посадки та догляду.
- Вартість відновлення водних ресурсів: витрати на очищення води, відновлення гідрологічного режиму річок, озер або боліт.
- Вартість відновлення ґрунтів: витрати на відновлення родючості ґрунтів через заходи, такі як сівозміна, застосування органічних добрив або ерозійні заходи.

1.2 Витрати на моніторинг екосистеми

Для оцінки ефективності відновлення необхідно вести постійний моніторинг. Це включає:

- Вимірювання стану біорізноманіття.
- Вимірювання якості води, повітря та ґрунту.
- Спостереження за популяціями тварин і рослин.

Витрати на моніторинг включають закупівлю обладнання для вимірювань, оплату праці експертів і науковців, а також витрати на проведення лабораторних досліджень.

1.3 Витрати на рекультивацію та рекреацію

Це витрати на відновлення інфраструктури та створення умов для сталого туризму:

- Вартість реконструкції туристичних маршрутів.
- Витрати на створення навчальних і просвітницьких центрів.
- Створення екологічних стежок і рекреаційних зон для відпочинку

[27].

1.4 Витрати на управління і адміністративні витрати

Управління національним природним парком включає зарплати для персоналу, розробку планів з охорони та відновлення екосистем, а також витрати на адміністрування.

2. Економічна доцільність заходів відновлення

Економічна доцільність заходів відновлення вимагає порівняння витрат з потенційними вигодами, які можуть бути отримані від цих заходів. Для цього використовуються такі основні методи:

2.1 Розрахунок економічних вигод

Економічні вигоди від відновлення екосистеми можуть бути різними:

- Екосистемні послуги: покращення якості води, повітря, зберігання вуглецю в ґрунтах і лісах.
- Розвиток туризму: збільшення кількості відвідувачів природного парку, що спричинить зростання доходів від екотуризму.
- Сільськогосподарські вигоди: поліпшення якості ґрунтів і води, що сприятиме збільшенню врожайності в прилеглих районах.
- Громадські вигоди: зменшення негативних наслідків від забруднення, збереження біорізноманіття, підвищення рівня екологічної свідомості серед місцевих жителів [42].

2.2 Метод оцінки вартості екосистемних послуг (Total Economic Value - TEV)

Один з найбільш поширених методів оцінки економічних вигод екосистемних послуг — це метод загальної економічної вартості (TEV). Він включає:

- Прямі використання (наприклад, екотуризм, лісогосподарська діяльність).
- Непрямі використання (наприклад, збереження водоносних шарів, захист від ерозії).
- Невикористані вартості (наприклад, потенціал майбутнього використання біорізноманіття).
- Нематеріальні вигоди (наприклад, естетичне задоволення від природи, рекреаційні послуги).

2.3 Оцінка чистого економічного ефекту (NEE)

Чистий економічний ефект від відновлення екосистеми можна ро-

зрахувати за формулою:

$$NEE = V - C$$

де:

- V — економічні вигоди від відновлення екосистеми,
- C — витрати на відновлення екосистеми.

Якщо NEE є позитивним, то заходи відновлення економічно доцільні.

2.4 Рентабельність інвестицій (ROI)

Для розрахунку рентабельності інвестицій у відновлення екосистеми використовують показник ROI (Return on Investment):

$$ROI = \frac{V}{C} \times 100$$

де:

- V — економічні вигоди,
- C — витрати на відновлення.

Якщо $ROI > 1$, інвестиції є вигідними, що вказує на те, що вигоди від відновлення перевищують витрати [9].

3. Економічне обґрунтування відновлення екосистеми для Національного природного парку «Гомільшанські ліси»

Для Національного природного парку «Гомільшанські ліси» економічне обґрунтування відновлення може бути на основі таких ключових аспектів:

- Підрахунок витрат на відновлення природних ресурсів (лісів, води, ґрунтів).
- Аналіз екологічних вигод (відновлення біорізноманіття, покращення якості води та повітря, зберігання вуглецю).
- Розвиток сталого туризму як джерело доходу для місцевих громад.
- Оцінка вигод від покращення умов для сільського господарства.

Таким чином, економічне обґрунтування заходів дозволяє не тільки оцінити витрати на відновлення, але й показати можливі вигоди, що можуть бути отримані в результаті цих заходів. Це допомагає визначити, чи є відновлення екосистеми економічно вигідним, і на які саме заходи варто спрямувати

інвестиції для досягнення найбільших вигод [6].

4.3. Вигоди від екологічно збалансованого відновлення для місцевої громади

1. Покращення якості життя та здоров'я

Екологічно збалансовані заходи сприяють поліпшенню якості повітря, води та ґрунтів. Відновлення лісів і водних ресурсів має прямий вплив на здоров'я місцевих жителів, зменшуючи ризики для здоров'я, пов'язані з забрудненням навколишнього середовища, такими як респіраторні захворювання, отруєння токсинами та інші хвороби, що виникають через погіршення якості навколишнього середовища [33].

2. Створення нових робочих місць

Відновлення екосистеми сприяє створенню нових робочих місць у таких сферах, як:

- Лісове господарство та садівництво.
- Охорона навколишнього середовища та біорізноманіття.
- Туризм, зокрема екологічний туризм, який стає все більш популярним.

Залучення місцевих жителів до відновлювальних робіт створює додаткові можливості для зайнятості та підвищує рівень доходів громади.

3. Розвиток екологічного туризму

Природні парки, які відновлюють свою екологічну рівновагу, можуть стати основними центрами екологічного туризму. Такий туризм має значний економічний потенціал, оскільки залучає туристів, які цікавляться природою, екологією та сталим відпочинком. Розвиток екотуризму приносить місцевим підприємствам додаткові доходи від організації екскурсій, розміщення туристів, продажу сувенірів та інших послуг.

4. Збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь

Збалансоване відновлення екосистеми допомагає забезпечити збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь. Відновлення лісів, водних ресурсів, ґрунтів і біорізноманіття дозволяє створити стійку екосистему, яка

буде приносити користь місцевій громаді через десятки або навіть сотні років.

5. Покращення сільського господарства

Відновлення природних екосистем може мати позитивний вплив на сільське господарство. Наприклад, покращення стану ґрунтів, відновлення водних ресурсів і зменшення ерозії дозволяє фермерам вирощувати більше врожаїв з меншими витратами. Завдяки екологічно збалансованим практикам, таким як сталий обробіток ґрунтів і природне зрошення, можна покращити ефективність сільськогосподарського виробництва [24].

6. Підвищення екологічної свідомості та освіти

Екологічно збалансоване відновлення створює можливості для навчання і підвищення екологічної свідомості серед місцевих жителів. Залучення громади до проєктів відновлення, проведення освітніх заходів, організація екологічних стежок і центрів — все це сприяє розумінню важливості сталого використання природних ресурсів та необхідності охорони навколишнього середовища.

7. Зменшення ризиків екологічних катастроф

Збалансоване відновлення екосистем допомагає знижувати ризики екологічних катастроф, таких як повені, землетруси, ерозія ґрунтів, пожежі. Відновлення лісів і водних ресурсів здатне зменшити негативні впливи таких природних явищ на громаду. Наприклад, лісові екосистеми виконують важливу роль у зменшенні швидкості водних потоків, що дозволяє запобігти затопленням.

8. Покращення економічного становища місцевих жителів

Екологічно збалансоване відновлення може сприяти економічному розвитку громади, особливо через розвиток сільського господарства, туризму та послуг. Сталий розвиток природних ресурсів надає можливості для стабільного доходу, який залежить від здоров'я навколишнього середовища.

9. Покращення якості довкілля та естетичні вигоди

Екологічно відновлені природні території сприяють створенню гармонійного, естетично приємного середовища для життя. Місцеві жителі мо-

жуть насолоджуватися красивими пейзажами, прогулянками по відновлених лісах і біоценозах, що позитивно впливає на їх психоемоційний стан і загальний рівень задоволення життям.

10. Зміцнення соціальної згуртованості

Проекти по відновленню екосистеми зазвичай передбачають залучення громади до співпраці, що допомагає зміцнити соціальну згуртованість. Спільна праця над відновленням природних територій створює зв'язки між людьми, підвищує їхню відповідальність за навколишнє середовище і покращує соціальний клімат у регіоні [44].

ВИСНОВКИ

Воєнні дії негативно впливають на парки та природні зони, зокрема, призводять до знищення рослинного покриву, забруднення водойм та ґрунту, зменшення біорізноманіття та призводять до появи небезпечних матеріалів у зоні парку.

- Відновлення парку після воєнних дій є складним та тривалим процесом, що вимагає великих зусиль та фінансових вкладень.
- Для відновлення парку необхідно провести детальну оцінку масштабу пошкоджень, видалити небезпечні матеріали, відновити ґрунт та рослинний покрив, встановити нові елементи парку та захисні системи.
- Важливо залучити громадськість до процесу відновлення парку, зокрема, через організацію волонтерських заходів та залучення добровольців.
- Основною метою відновлення парку після воєнних дій є повернен-

ня природній різноманітності, створення комфортних умов для відпочинку та підтримання екологічного балансу в цій зоні.

Говорити про вплив війни на екологію — важко. Це занадто складна система, в якій неможливі точні цифри й розрахунки, особливо під час активних воєнних дій. Але це необхідно знати й обговорювати. Як мінімум тому, що це черговий спосіб тиску на міжнародну спільноту, яка вже починає менше цікавитися війною в Україні та забуває, що вона ближче, ніж здається.

Рекомендації, які варто використати:

1. Створити при Офісі Президента України Державний фонд моніторингу довкілля, який займатиметься розробкою спеціалізованих методологій моніторингу довкілля в умовах бойових дій, у тому числі системою оперативного тестування, запроваджену атестованими лабораторіями.

2. Якнайшвидше ініціювати створення Компенсаційної комісії, пов'язаної з авторитетним міжнародним органом. Як зразок може служити Компенсаційна комісія Кувейту.

3. Також важливо мати інформацію про типи ракет (ракет) та їхні модифікації, які Росія використовувала в Україні. Те саме стосується місць запуску та місць вибуху ракет (маршрут ракети). Ці дані необхідні для розрахунку викидів токсичних речовин, що виділяються в результаті спалювання палива та вибуху ракети, а також для моделювання розподілу цих речовин по Україні.

4. Налагодити співпрацю з NASA, Махаг для оперативного професійного аналізу впливу війни на довкілля.

5. Розробити сучасні методики розрахунку збитків, завданих бойовими діями на території України, а також розробити компенсаторні заходи відносно пошкоджених природних екосистем та екосистемних послуг, що від них походять.

6. Розробити та прийняти нові нормативні документи щодо затвердження сучасних методик розрахунку шкоди, заподіяної всім

компонентам довкілля внаслідок бойових дій. До розробки методик залучити IUCN, юристів, науковців, що працювали в інших компенсаційних комісіях.

7. Розробити методи комплексного відновлення довкілля, що постраждало внаслідок бойових дій, зокрема відновлення природних екосистем, а також розробку компенсаційних заходів за пошкоджених природних екосистем та екосистемних послуг, що отримуються від них.

8. Провести детальний аналіз міжнародного екологічного, гуманітарного та кримінального права через призму екологічних проблем та включити екологічну складову до міжнародних позовів України проти Росії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Austin, J.E., ред. (2000). *The Environmental Consequences of War: Legal, Economic, and Scientific Perspectives*. Cambridge University Press. ISBN 9780521780209.

2. Brauer, Jurgen (2009). *War and Nature: The Environmental Consequences of War in a Globalized World*. Rowman &

Littlefield. ISBN 9780759112063.

3. Department of National Defence Canada (2017). Defence Energy and Environment Strategy. Retrieved from the Government of Canada Website: <https://www.canada.ca/content/dam/dnd-mdn/documents/reports/2017/20171004-dees-en.pdf>

4. The Gulf War and the Environment. Taylor & Francis. 1994. ISBN 9782881246494.

5. Hayward, Joel (2013). Airpower and the Environment: The Ecological Implications of Modern Air Warfare. Air University Press. ISBN 978-1-58566-223-4.

6. Closman, Charles E., ред. (2009). The Global Environmental Footprint of the U.S. Military: 1789-2003. War and the Environment: Military Destruction in the Modern Age. Texas A&M Press. ISBN 9781603441698.

7. McNeill, J.R., ред. (2010). Environmental Histories of the Cold War. Cambridge University Press. ISBN 9780521762441.

8. Біоценоз / М. А. Голубець // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2004. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-35359>

9. Бондаренко, І. К. (2017). "Вплив воєнних дій на природні екосистеми України". Наукові праці з екології, 3(5), 50-62.

10. В Станице Луганской озера «Рыбхоза» на грани исчезновения [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://informato.r.lg.ua/?p=76240#more-76240>.

11. Гомільшанські ліси [Архівовано 21 червня 2011 у Wayback Machine.], офіційний сайт

12. Голубєв, М. В. (2021). "Теоретичні основи відновлення екосистем". Науковий вісник природоохоронних досліджень, 6(1), 75-82.

13. Гринько, В. І. (2018). "Екологічне відновлення природних екосистем". Київ: Видавництво "Наука".

14. Глосарій термінів з хімії / уклад. Й. Опейда, О. Швайка ; Ін-т фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України, Донецький національний університет. — Дон. : Вебер, 2008. — 738 с. — ISBN 978-966-335-206-0.
15. Гришко-Богменко Б. К., Морозюк С. С., Мороз І. В. та ін. Географія рослин з основами ботаніки. – К., Вища школа, 1991.
16. Гончаренко, А. Ю. (2020). "Стратегічні підходи до відновлення екосистем на територіях, пошкоджених воєнними діями". Вісник екології, 7(3), 95-102.
17. Гнатюк, О. В. (2020). "Моніторинг біогеоценозів в умовах природоохоронних територій". Журнал природничих наук, 5(2), 34-48.
18. Дарлінгтон Ф. Зоогеографія. – М., Прогресс, 1956.
19. Дощ кислотний // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. — С. 72.
20. Екологія війни [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://liva.com.ua/the-ecology-of-war.html>
21. Екологічна реабілітація лісових екосистем: сучасні технології та методи, автор: Ю. Б. Сидоренко
22. Захарова, М. О. (2019). "Біогеоценози та їх відновлення після екологічних катастроф". Журнал екології та охорони природи, 4(1), 56-70
23. Кузьменко, В. Г. (2017). "Підходи до відновлення екосистем після антропогенних впливів". Вісник екології та охорони природи, 5(2), 12-23.
24. Коваленко, В. І. (2022). "Екологічне відновлення та охорона природних територій в Україні". Київ: Академія наук.
25. Ковальчук, О. В. (2020). "Екологічно збалансовані стратегії відновлення природних територій". Науковий вісник НУБіП, 25, 34-42.
26. Коновалова, С. П. (2022). "Екологічно збалансовані стратегії відновлення екосистем в умовах післявоєнних територій". Вісник природознавства, 9(3), 115-130.

27. Козлов, О. М. (2019). "Екологічні основи відновлення ландшафтів після антропогенних впливів". Луцьк: Видавництво "Луцьк".
28. Лебедева, І. А. (2020). "Методи екологічного моніторингу та відновлення лісових екосистем". К.: Видавництво "Екологія".
29. Литвиненко, М. О. (2017). "Відновлення біогеоценозів та сталий розвиток природних територій". Київ: Видавництво "Екологічний світ".
30. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html>
31. Природа та війна: як російська агресія вплинула на довкілля [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2022/11/08/infografika/suspilstvo/pryroda-ta-vijna-yak-rosijska-ahresiya-vplynula-dovkillya>
32. Принципи екологічного відновлення природних територій, автори: С. І. Крайнюк, О. В. Коваленко
33. Пречудове місце благодатної України. Національний природний парк «Гомільшанські ліси» [Архівовано 30 травня 2012 у Wayback Machine.]
34. Пенчук, Н. В. (2018). "Екологічні аспекти відновлення біогеоценозів на територіях, пошкоджених воєнними діями". Вісник екології та біології, 2(7), 44-53.
35. М'якушко В. К., Вольвач Ф. В. Екологія. – К., Радянська школа, 1984.
36. Мельник, С. І. (2020). "Відновлення екосистем у національних парках: принципи і методи". Журнал біології та екології, 4(3), 121-136.
37. Природно-заповідні території та відновлення екосистем, автор: І. В. Гребенюк
38. Морозова, Н. С. (2021). "Методи і стратегії відновлення біорізноманіття в природних парках". Херсон: Херсонський державний університет.
39. Методичні підходи до моніторингу та відновлення біогеоценозів, автори: В. І. Петренко, Н. О. Бондар

40. Панфилов Д. В. О строении и динамике ареала вида животных. – Вопросы географии. Сб. 48, 1960.
41. Петренко, А. М. (2022). "Вплив воєнних дій на екологічний стан природних територій". Київ: Видавництво "Екосфера".
42. Рева П. П., Кулинич Л. Я. Екологія для всіх. – К., Вища школа, 1985.
43. Реймерс Н. Ф. Природопользование (словарь-справочник). – М., Мысль, 1990.
44. Семененко, С. Л. (2019). "Екологічні аспекти відновлення лісових біогеоценозів після антропогенних впливів". Дніпропетровськ: ДНУ.
45. Ситник К. М., Брайон А. В., Городецкий А. В., Брайон А. П. Словарь-справочник по экологии. – К., Наукова думка, 1994. 09.12.2011
46. Савченко, Т. В. (2018). "Відновлення природних екосистем після катастроф та воєнних дій". Журнал природоохоронних досліджень, 12(6), 58-66.
47. Тимошенко, О. В. (2021). "Управління біорізноманіттям в умовах екологічної кризи". Черкаси: Черкаський національний університет.
48. Україна Інкогніта [Архівовано 25 лютого 2010 у Wayback Machine.]
49. Хільчевський В. К. та ін. Гідрохімія річок Лівобережного лісостепу України : навчальний посібник. — К. : Ніка-центр, 2014. — 230 с.
50. Черненко, В. О. (2020). "Екологічне планування та відновлення природних ресурсів після екологічних катастроф". Журнал екології, 12(1), 88-96.
51. Щербань, А. С. (2016). "Екологічна безпека та управління природними ресурсами". Одеса: ОНУ ім. Мечникова.
52. Шевченко, Т. В. (2018). "Природні парки України: стан та перспективи розвитку". Вісник природоохоронних наук, 7(2), 45-59.
53. Шарова, А. С. (2021). "Проблеми відновлення біогеоценозів в умовах постконфліктного відновлення природних територій". Український журнал екології, 8(4), 22-31.

54. Шуляк, І. В. (2022). "Екологічна стабільність природних парків України в умовах сучасних викликів". Київ: Видавництво "Екосвіт".

55. Який вплив війни на екологію [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://eco.aep.kiev.ua/novini/vpliv-vijni-na-ekologiyu/>