



УДК 504:630

THE IMPACT OF MILITARY OPERATIONS ON FOREST ECOSYSTEMS AND THEIR RESTORATION MANAGEMENT

ВПЛИВ БОЙОВИХ ДІЙ НА СТАН ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ТА УПРАВЛІННЯ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯМ

Panova S.M. / Панова С.М.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

Dolyna O.O. / Долина О.О.

c.b.s., / к.б.н.

ORCID: 0000-0002-4175-746X

Kryvyi Rih National University,

Kryvyi Rih, Vitaly Matusevich str., 11, 50027

Криворізький національний університет,

м. Кривий Ріг, вул. Віталія Матусевича, 11, 50027

Анотація. Досліджені головні чинники впливу бойових дій на ліси. Визначено види механічного та хімічного пошкодження лісових екосистем та їх компонентів. Надано рекомендації щодо раціонального управління та відновлення лісів після впливу бойових дій. Відновлення базується на створенні додаткових насаджень та оселищ у місцях пошкоджень. Управління здійснюється за рахунок державної політики, просвітницької діяльності та підвищення екологічної свідомості.

Ключові слова: лісові екосистеми, управління, бойові дії, оселища, збереження екосистем, сталий розвиток.

Вступ.

Під час війни екосистеми лісів зазнають значного негативного впливу через використання як природних сховищ для військової техніки та особового складу. Вони піддаються обстрілам різними видами зброї та іншим пошкодженням.

Пересування військ, довготривалі бойові дії, будівництво баз та фортифікаційних споруд призводить до подальшого проникнення військ у глиб природних територій, включаючи ліси та заповідники. Наслідком цього стало інтенсивне механічне пошкодження ґрунтового покриву, що викликає деградацію структури та видового різноманіття рослинності, а також посилення ерозії.

Спираючись на дані Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, станом на 1 березня 2022 року від бойових дій постраждали природні ценози на території 900 об'єктів ПЗФ загальною площею більше 12 тис. км², що відповідає приблизно третині площі земель природно-заповідного фонду всієї України.



Близько 200 об'єктів Смарагдової мережі загальною площею 2,9 млн га також під загрозою знищення. Ареали деяких раритетних і ендемічних видів оселищ, таких як цілинні степи, крейдянні схили, приморські оселища в південних регіонах та болота на півночі країни, потрапили в зону інтенсивних бойових дій, що загрожує їхньому виживанню.

У лісах залишилося безліч нерозірваних боєприпасів, які являють потенційну небезпеку для людей, та будуть небезпечними ще протягом багатьох десятиліть.

Через бойові дії значно зросла імовірність виникнення лісових пожеж внаслідок детонування боєприпасів. Особливо небезпечним періодом в цьому сенсі є проміжок з травня по вересень, коли рівень пожежної небезпеки і так підвищений через погодні умови – зменшена вологість та висока температура атмосферного повітря.

Під час детонації боєголовок ракет і артилерійських боєприпасів утворюються різні хімічні сполуки: чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO_2), азот (N_2), оксид азоту (NO), діоксид азоту (NO_2), закис азоту (N_2O), формальдегід (CH_2O), пари ціанистої кислоти (HCN), водяна пара (H_2O), а також безліч токсичних органічних сполук. Ці речовини окислюються, та взаємодіють з ґрунтом, деревиною, трав'янистою дерниною і конструкціями навколо.

Металеві уламки із домішками заліза, вуглецю, сірки, міді та інших небезпечних сполук потрапляють до ґрунту і можуть проникати до ґрунтових вод, що згодом впливає на харчові ланцюги, зачіпаючи тварин і людей.

Також відбувається забруднення поверхні ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та нафтопродуктами відбувається через рух і пошкодження сухопутної військової техніки. Ґрунти, насичені паливно-мастильними матеріалами, мають знижену водопроникність, порушений баланс кисню і дестабілізовані біохімічні та мікробіологічні процеси. Усі компоненти нафти є токсичними для живих організмів. Це призводить до погіршення водного і повітряного режимів, а також обміну поживних речовин. У результаті порушується кореневе живлення рослин, уповільнюється їхній ріст і розвиток,



що може спричинити їх загибель. Крім того, вуглеводні, що містяться у нафтопродуктах, можуть розчиняти велику кількість інших токсикантів, які утримуються у ґрунтах в нерозчиненій формі. Зокрема, це важкі метали, пестициди, гербіциди тощо, які переходять у активний стан та призводять до отруєння мікробоценозу та рослин [9].

Отже, актуальним є питання класифікації впливів на стан лісових екосистем від бойових дій, а також аналіз способів збереження та відновлення лісових фітоценозів.

Результати досліджень. За результатами аналізу інформації з відкритих джерел, можна виділити основні чинники впливу воєнних дій на лісові екосистеми:

- Вибухи різноманітних боєприпасів, ракет та мін: Це призводить до руйнування ґрунтового та рослинного покриву, спричиняючи великі вирви та пожежі.
- Політ куль та фрагментів боєприпасів, що розірвалися: Це пошкоджує дерева та інші рослини, а також становить загрозу для дикої фауни.
- Падіння підбитих літальних апаратів і ракет: Це не тільки спричиняє пожежі, але й забруднює територію токсичними речовинами.
- Вибухи і займання військової техніки внаслідок влучання снарядів, наїздів на міни: Це часто спричиняє великі пожежі в лісах.
- Підпали сухостою та лісових насаджень: Такі пожежі можуть швидко поширюватися, знищуючи великі площі лісу.
- Пересування військової техніки: Це ущільнює ґрунт, руйнує кореневу систему рослин і спричиняє ерозію.
- Будівництво інженерних укріплень у межах лісових насаджень: Це призводить до вирубування дерев і порушення природного середовища.
- Неконтрольовані вирубування дерев для будівництва та палива: Це зменшує лісові площі і порушує екосистему.
- Залишені та захоронені тіла загиблих людей і тварин: Це може спричинити забруднення ґрунту і води.



- Залишене сміття, паливно-мастильні матеріали, залишки техніки та озброєння: Це призводить до хімічного забруднення територій, що негативно впливає на флору і фауну.

Ці чинники мають серйозні та довгострокові наслідки для лісових екосистем, що потребують значного часу та ресурсів для відновлення.

Майже два мільярди людей залежать від лісів Землі як основного джерела існування. Відсутність їх призведе до втрати таких важливих умов, як вода, їжа, притулок і дохід для цих громад.

Дерева справляють величезний вплив на навколишнє середовище. Крім багатьох життєво важливих функцій, вони служать природними очищувачами повітря та беруть участь у прямій боротьбі зі зміною клімату. Коли рівень вуглекислого газу в атмосфері зростає, густі ліси діють як поглиначі вуглецю, поглинаючи та перетворюючи CO₂ на необхідний для життя кисень, тим самим зменшуючи забруднення повітря [6].

Серед основних підходів до збереження лісових насаджень на різних рівнях організації систем управління виділено основні п'ять [1]:

Спосіб 1. Скорочення споживання, повторне використання продукції, переробка деревної сировини. Одним із найпростіших і найефективніших способів захисту лісів є мінімізація вуглецевого сліду, зменшення відходів та їх переробка. Зменшивши попит на нові продукти, ми можемо зменшити тиск на ліси, які часто страждають від вирубки та перетворення земель. Також ефективно повторно використовувати продукти, щоб зменшити споживання ресурсів, які завдають шкоди природному середовищу існування та забезпечити можливість виконання лісами їх основних функцій.

Функції лісів.

- *Збереження біорізноманіття:* ліси служать генетичним резервуаром для широкого спектру форм життя, що робить їх вирішальними для збереження біорізноманіття Землі.

- *Регулювання клімату:* ліси – поглиначі вуглецю, поглинають та фіксують вуглекислий газ (CO₂) з атмосфери. Це допомагає пом'якшити наслідки зміни



клімату шляхом зменшення рівня парникових газів.

- *Покращення якості повітря:* ліси фільтрують забруднюючі речовини з повітря, покращуючи якість повітря навколишніх територій.

- *Водні ресурси:* ліси поглинають дощову воду, дозволяючи їй просочуватися в землю та поповнювати водоносні горизонти. Вони регулюють поверхневий стік, запобігаючи повеням і посухам.

- *Збереження ґрунту:* коренева система дерев та іншої рослинності в лісах допомагає зв'язувати ґрунт, запобігаючи ерозії та зберігаючи родючість.

- *Економічні вигоди:* ліси є джерелом засобів до існування для мільйонів людей. Вони продукують деревину та недеревну лісову продукцію (наприклад, горіхи, фрукти та лікарські рослини).

- *Культурна та рекреаційна цінність:* ліси мають культурне та духовне значення для багатьох корінних народностей та громад, а також виступають у якості місць відпочинку.

- *Дослідження та освіта:* ліси є цінними для вивчення екосистем, зміни клімату та екологічних процесів.

- *Лікарські ресурси:* багато видів рослин, що ростуть у лісах, мають лікувальні властивості [7-8].

Спосіб 2. Підтримка сталого лісового господарства. Безвідповідальна вирубка може завдати шкоди лісам. Щоб боротися з цим, людство має стати та шлях запровадження методів ведення сталого лісового господарства. Це означає придбання продукції з такими сертифікатами, як FSC (Лісова Опікунська Рада), яка гарантує, що вироби з деревини походять із відповідально керованих лісів.

Сталий розвиток та лісове господарство.

- *Планування та інвентаризація лісів:* ефективне управління лісами починається з комплексного планування та інвентаризації. Оцінюють сучасний стан лісу, в тому числі породний склад, вікову структуру, санітарний стан. Ця інформація допомагає у встановленні цілей управління та стратегії.

- *Чіткі цілі:* врахування екологічних, економічних та соціальних факторів. Цілі можуть включати виробництво деревини, збереження біорізноманіття,



захист водних ресурсів та можливості відпочинку. Збалансування цих цілей має важливе значення для довгострокової стійкості.

- *Методи вибіркової рубки та лісозаготівлі:* мінімізують шкоду завдану лісу, що залишився, і захищають біорізноманіття. Ці практики часто передбачають вирубку конкретних дерев, а не суцільну вирубку цілих ділянок.

- *Лісовідновлення та регенерація:* посадка місцевих порід дерев і забезпечення їх виживання допомагає підтримувати екологічну цілісність лісу та забезпечує майбутні запаси деревини.

- *Збереження територій високої природоохоронної цінності:* території можуть включати критичні місця існування дикої природи, рідкісні види рослин або культурно важливі місця.

- *Моніторинг і адаптивне управління:* використання даних, щоб адаптувати управління лісовим господарством для досягнення цілей сталого розвитку. Адаптивне управління забезпечує розвиток стратегій на основі актуальних даних і знань.

- *Обмеження масштабу лісозаготівлі:* швидкість видобутку деревини не перевищує здатність лісу до відновлення. Це запобігає надмірній експлуатації та забезпечує постійне постачання лісової продукції.

- *Програми сертифікації:* багато лісів проходять сертифікацію такими організаціями, як Лісова Опікунська Рада (FSC) або Ініціатива Сталого Лісового Господарства (SFI). Сертифікація підтверджує відповідність методів ведення лісового господарства встановленим стандартам сталого розвитку, що полегшує споживачам підтримку продукції сталого лісового господарства.

- *Залучення громади:* до прийняття рішень, надання можливостей для працевлаштування. Повага до традиційних знань може підвищити соціальну стабільність управління лісами.

- *Дослідження та інновації:* є важливими для підвищення стійкості. Це включає розробку ефективніших методів заготівлі, вивчення наслідків зміни клімату та пошук шляхів підвищення стійкості лісів.

- *Освіта та інформаційно-просвітницька діяльність:* допомагають



споживачам робити усвідомлений вибір і заохочують підтримку методів сталого управління лісами.

Спосіб 3. Участь в ініціативах з відновлення лісів. Активна участь у зусиллях із відновлення лісів є водночас і винагородою, і задоволенням. Волонтерство із місцевими та громадськими організаціями, щоб висаджувати дерева та відновлювати деградовані ліси – елементарна дія, яку може виконати майже кожен, від дитини до людей поважного віку. Ці ініціативи допомагають відновити лісові екосистеми, сприяють поглинанню вуглекислого газу, пом'якшуючи наслідки зміни клімату та парниковий ефект, забезпечують необхідні оселища для лісових видів, сприяючи збереженню біорізноманіття.

Переваги участі у заходах з лісовідновлення.

- *Боротьба зі зміною клімату:* дерева є природними поглиначами вуглецю, поглинаючи вуглекислий газ (CO_2) з атмосфери та зберігаючи його як вуглець у своїй біомасі.

- *Відновлення екосистем:* лісовідновлення сприяє відновленню екосистем, які могли бути пошкоджені внаслідок вирубки лісів, розвитку міст, бойових дій або стихійних лих.

- *Покращення якості повітря міст:* дерева фільтрують повітря, затримуючи забруднюючі речовини та вивільняючи кисень за допомогою фотосинтезу.

- *Покращення якості води:* коренева система запобігає ерозії ґрунту та фільтрує забруднювачі від потрапляння в річки та струмки.

- *Запобігання ерозії ґрунту:* дерева та їх коренева система допомагають стабілізувати ґрунт, запобігаючи ерозії та зсувам. Це особливо важливо в горбистих або гірських регіонах, де ерозія може бути серйозною проблемою.

- *Економічні можливості:* проекти лісовідновлення надають можливості працевлаштування. Громади можуть отримати вигоду від робочих місць, пов'язаних із посадкою, управлінням лісами, заготівлею лісової продукції.

- *Підтримка сталого сільського господарства:* дерева можуть створити сприятливий мікроклімат для сільськогосподарських культур. Практика агролісомеліорації, яка поєднує посадку дерев із сільським господарством, може



покращити родючість ґрунту, підвищити врожайність культур.

- *Відпочинок та екотуризм*: лісовідновлені території можуть стати напрямками для екотуризму та відпочинку на природі.

- *Підвищення естетики та добробуту*: зелені зони та ліси позитивно впливають на психічне та фізичне самопочуття.

- *Довгострокова стійкість*: лісовідновлення – це інвестиція в майбутнє. Висаджуючи дерева сьогодні, ми гарантуємо, що майбутні покоління отримають користь від здоровіших екосистем, чистішого повітря, води та більш стійких ландшафтів.

- *Глобальне підключення*: лісовідновлення сприяє глобальним зусиллям по боротьбі з вирубкою та відновленню лісів, підтримуючи міжнародні цілі щодо збереження біорізноманіття та пом'якшення кліматичних змін.

Спосіб 4. Пропаганда та агітація за збереження лісів. Дуже важливо підтримувати політику та організації, які працюють над захистом лісів у глобальних та місцевих масштабах. Виступаючи за посилення зусиль щодо збереження, ми можемо якісно вплинути на порятунок лісів.

Важливість пропаганди лісового суспільства.

- *Вплив на політику*: пропаганда може вплинути на урядову політику та законодавство щодо збереження лісів.

- *Поінформованість громадськості*: про важливість лісів, загрози, з якими вони стикаються, і наслідки вирубки лісів.

- *Залучення громади*: міцніші альянси громадян та державних установ для збереження природи.

- *Корпоративна відповідальність*: заохочення підприємств та промисловості застосовувати новітні практики виробництва та зменшувати вплив на ліси.

- *Глобальний вплив*: юридична та екологічна грамотність може підвищити обізнаність про глобальний характер збереження лісів. Дії в одній частині світу можуть мати наслідки далеко за межами окремої екосистеми.

Методи пропаганди збереження лісів.



- *Кампанії з підвищення обізнаності громадськості:* залучаючи соціальні медіа, телебачення, радіо та пресу, щоб поінформувати людей про важливість лісів і загрози, з якими вони стикаються.

- *Співпраця з природоохоронними організаціями:* використання їх досвіду та ресурсів у пропагандистських зусиллях.

- *Наукові дослідження:* пошук аргументів та рішень для збереження лісів.

Спосіб 5. Практика відповідального відпочинку на природі. Необхідно завжди дотримуватися принципів Leave No Trace (не залишай слідів) під час походів чи кемпінгу. Це означає мінімізувати свій вплив на середовище, викидаючи сміття, залишаючись на визначених стежках і поважаючи дику природу та рослинність. Будучи відповідальним ентузіастом активного відпочинку, кожен здатен сприяти довгостроковому збереженню лісів [2-4].

Значення рекреації в лісах.

- *Здоров'я та благополуччя:* відпочинок у природних умовах, таких як ліси, дає можливість уникнути стресів повсякденного життя. Це сприяє фізичній формі, зменшує стрес і покращує психічне благополуччя. Проведення часу в лісі пов'язують із зниженням рівня тривоги та депресії під час війни.

- *Зв'язок із природою:* взаємодія з навколишнім середовищем, піші прогулянки, кемпінг і спостереження за птахами.

- *Освітні можливості:* можливість дізнатися про екосистеми, дику природу та охорону природи, сприяючи розвитку екологічної обізнаності та екологічної грамотності людей різного віку.

- *Соціальний зв'язок:* проведення часу з родиною, колегами та друзями.

- *Зменшення стресу:* звуки шелесту листя, спів птахів і плинна вода діють заспокійливо, знімають стрес і сприяють розслабленню.

- *Пропаганда збереження:* підтримка зусиль щодо захисту та раціонального використання лісів.

Принципи відповідального відпочинку в лісах.

- *Leave No Trace (не залишати слідів):* включають упакування всього сміття, мінімізацію впливу багаття, перебування на визначених стежках і повагу до



дикої природи.

- *Планування заздалегідь*: дослідження місцевість, яку плануєте відвідати, включно з правилами та умовами маршруту. Будьте готові з відповідним спорядженням, одягом і приладдям, щоб забезпечити вашу безпеку та комфорт.

- *Відповідальне ставлення до табору*: вибір встановлених місць для кемпінгу в лісах і дотримання правил розведення багаття. Використання для приготування їжі похідну піч замість розведення відкритого вогню.

- *Дотримання стежок*: не створюйте нових доріжок і прямих шляхів.

- *Мінімізація шумового забруднення*: зведіть рівень шуму до мінімуму, щоб зберегти спокій лісу та не турбувати дику природу [5, 10].

Таким чином, усі заходи з лісовідновлення можна розділити на дві основні групи:

1. відтворення та вирощування нових дерев на заміну старих або знищених внаслідок бойових дій та супутніх явищ:

- відновлення територій, які постраждали через безпосередній вплив бойових дій (вибухи, пожежі, хімічне забруднення);
- відновлення деревостану після вирубування при заготівлі лісоматеріалів;
- оновлення колишніх лісових масивів після виведення бойових підрозділів;
- лісовідновлення після випалювання, неконтрольованого вирубування, дестабілізації ґрунтового покриву та інших антропогенних впливів;
- підтримка балансу біогеоценозів та біорізноманіття після закінчення ведення бойових дій;
- забезпечення середовища існування для угруповань біоти.

2. управління станом існуючих лісових систем:

- скорочення споживання, повторне використання, переробка;
- підтримка сталого лісового господарства;
- участь в ініціативах з відновлення лісів;
- агітація та просвітницька робота про збереження лісів;
- практика відповідального відпочинку на природі.



Висновки.

1. Найбільш суттєвими проблемами що виникають внаслідок бойових дій є знищення від обстрілів, вирубка та вигорання для лісів; механічне пошкодження ґрунтів за рахунок пересування важкої техніки та хімічне забруднення металічними частками та хімічними сполуками від детонації боєприпасів.

2. Найбільш дієвими способами для збереження лісів є грамотна державна політика та освітня діяльність, направлені на раціональне користування лісовими насадженнями та продукцією що з них походить, як на рівні окремих осіб та громад, так і на обласному і національному рівні.

3. Процеси лісовідновлення можуть бути реалізовані як за рахунок природного заростання, так і зі здійсненням штучних посадок дерев. При лісовідновленні необхідно враховувати кліматичні та ґрунтові умови території.

4. Процеси відновлення лісів, пошкоджених бойовими діями, включають оптимізацію деревостану, оновлення існуючих лісових масивів, рекультивацію і меліорацію пошкоджених ґрунтів, створення та підтримку оселищ для зональних, ендемічних та созологічно цінних видів біоти.

5. Управління станом лісових фітоценозів полягає у підтримці їх сталого розвитку, просвітницькій та політичній орієнтованості на збереження та відновлення лісів, а також на індивідуальному відповідальному ставленні щодо поводження з лісовими екосистемами.

Література.

1. Bastrup-Birk, A., Gundersen, P. (2004). Water quality improvements from afforestation in an agricultural catchment in Denmark illustrated with the INCA model. *Hydrology and Earth System Sciences*, 8(4), 764-777.
2. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca8642ru>.
3. <http://www.fao.org/international-day-of-forests/key-messages/ru>.
4. <http://www.fao.org/news/story/ru/item/1183542/icode E>
5. <http://www.fao.org/in-action/action-against-desertification/en/>
6. Lamtom, Sabah & Savidge, Rodney. (2003). A reassessment of carbon content



in wood: variation within and between 41 North American species. Biomass & Bioenergy - BIOMASS BIOENERG. 25. 381-388. 10.1016/S0961-9534(03)00033-3.

7. Mikaela Weisse, Elizabeth Goldman. We Lost a Football Pitch of Primary Rainforest Every 6 Seconds in 2019. World Resources Institute. June 2, 2020.

8. The urgency of action to tackle tropical deforestation. February 2020. Prepared for IDH by FACTS Consulting, COWI A/S, and AlphaBeta Singapore. IDH: Utrecht, the Netherlands.

9. Кузик А. Д., Товарянський В. І. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми України та їх післявоєнне відновлення // Вісник ЛДУБЖД, №27, 2023. – С.16-22.

10. The State of the World's Forests // FAO, Rome, Italy. 2024 122 p. <https://doi.org/10.4060/cd1211en>.

References

1. Bastrup-Birk, A., Gundersen, P. (2004). Water quality improvements from afforestation in an agricultural catchment in Denmark illustrated with the INCA model. Hydrology and Earth System Sciences, 8(4), 764-777.

2. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca8642ru>.

3. <http://www.fao.org/international-day-of-forests/key-messages/ru>.

4. <http://www.fao.org/news/story/ru/item/1183542/icode E>

5. <http://www.fao.org/in-action/action-against-desertification/en/>

6. Lamtom, Sabah & Savidge, Rodney. (2003). A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. Biomass & Bioenergy - BIOMASS BIOENERG. 25. 381-388. 10.1016/S0961-9534(03)00033-3.

7. Mikaela Weisse, Elizabeth Goldman. We Lost a Football Pitch of Primary Rainforest Every 6 Seconds in 2019. World Resources Institute. June 2, 2020.

8. The urgency of action to tackle tropical deforestation. February 2020. Prepared for IDH by FACTS Consulting, COWI A/S, and AlphaBeta Singapore. IDH: Utrecht, the Netherlands.

9. Kuzyk A.D. Tovaryanskyi V.I. (2023) The impact of military actions on forest ecosystems of Ukraine and their post-war restoration // Bulletin of Lviv State University of Life Safety, №27, 2023. – P. 16-22.

10. The State of the World's Forests // FAO, Rome, Italy. 2024 122 p. <https://doi.org/10.4060/cd1211en>.

Abstract. *The main factors influencing the impact of military operations on forests have been studied. Types of mechanical and chemical damage to forest ecosystems and their components have been identified. Recommendations for rational management and restoration of forests after military operations have been provided. Restoration is based on the creation of additional plantings and habitats in damaged areas. Management is carried out through state policy, educational activities, and raising environmental awareness.*

Keywords: *forest ecosystems, management, military operations, habitats, ecosystem conservation, sustainable development.*