

ВПЛИВ ПІРОГЕННОГО ФАКТОРА НА ПРИРОДНІ ЕКОСИСТЕМИ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»

О.В. Мудрак¹, Д.В. Андрусак²

¹ КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти» (м. Вінниця, Україна)
e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: 0000-0002-1776-6120

² Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: kampodi@ukr.net; ORCID: 0000-0002-9596-8772

Найбільший в Україні національний природний парк «Подільські Товтри» (площа 261 316 га), що вирізняється серед усіх інших парків густою заселеністю. На території парку знаходиться 196 сільських поселень, 4 селища і 1 місто. Значна кількість з них має безпосередній контакт із заповідними об'єктами — ботанічними заказниками, геологічними і ботанічними пам'ятками природи. Антропогенний виск значний, втручання людини у функціонування природних екосистем активне. Така ситуація посилюється впливом пірогенного фактора. Пожежі, що з постійною періодичністю виникають, у будь-який момент можуть розвиватись до катастрофічних для різноманіття екосистем парку масштабів. Дослідження показують, що екологічний вплив пожеж у національному парку носить комплексний характер, а можливі зміни фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунту та мікрокліматичних умов не дають хороших перспектив для збереження флори і фауни, що призводить до їхньої втрати. Крім того, пожежі безпосередньо впливають на якість повітря через викид значних речовин в атмосферу в результаті неповного згоряння біомаси. Внаслідок водної і повітряної міграції у подальшому переносяться на розташовані поряд водно-болотні й гідроєкосистеми р. Дністер, геологічні пам'ятки природи, що сприяє їх руйнуванню. На основі розрахунку інтегрального ризику встановлено, що частка антропогенного фактора є визначальною (65%) при виникненні пожеж у НПП «Подільські Товтри». Найбільшою мірою залежною від наявності розташованих поряд сільських поселень за відсутності мережі спостережень за пожежною ситуацією і віддаленістю від пожежних станцій. Враховуючи особливості рельєфу місцевості, недоступності певних ділянок території парку, пожежі можуть розвиватися стрімко, за хвилини охоплюючи значні території. На основі проведених досліджень, запропоновано проводити розрахунки ризиків виникнення і розповсюдження пожеж для кожного окремо взятого об'єкта природно-заповідного фонду, що стане інформаційною основою для побудови електронних векторних карт оцінки і прогнозу пожежної небезпеки всієї території НПП «Подільські Товтри».

Ключові слова: пожежі, фітоценози, біотопи, біорізноманіття, сільські поселення, ризики.

ВСТУП

За масштабами руйнівного впливу вогонь пожеж називають домінуючим серед усіх інших природних і антропогенних факторів. У звіті WWF (Всесвітнього фонду дикої природи) 2020 р., підготовленому у співпраці з Бостонською консультативною групою (BCG) підкреслюється, що незалежно від того, чи пожежі виникають природним шляхом чи навмисно, їхній загальний вплив зростає в останні десятиліття

тя, а отже і зростає загроза біорізноманіттю. Для прикладу, згідно зі статистичними даними, загалом по Україні при динаміці зростання в середньому на рік буває близько 3,5 тис. лісових пожеж [1; 2]. Більшою мірою від пожеж страждає сільське населення, хоча кількість міського в Україні переважає. Кількість загиблих мешканців сільських поселень також майже у 2,4 раза більше. Однією з причин називають низьку оперативність реагування професійних пожежних частин через значну віддаленість

від місця події. Нормативний час прибуття (20 хв) дорогами загального користування на відстань 3 км [3–5].

Об'єкти природно-заповідного фонду України мають на своїх територіях значну кількість сільських поселень або межують із ними. Для прикладу, національний природний парк (НПП) «Подільські Товтри», знаходиться під антропогенним навантаженням 196 сільських поселень. Природні об'єкти особливо охоронюваних територій парку постійно перебувають під загрозою часткової чи безповоротної втрати біорізноманіття через пожежі. Особливості ландшафтів, важкодоступність, відсутність доріг, віддаленість від адміністративного центру вимагають особливого підходу до запобігання та приборкання пожеж. Одним із кроків може стати вивчення ризиків виникнення та розповсюдження пожеж для кожного окремого охоронюваного об'єкта парку.

Мета статті — подати аналіз результатів дослідження частоти виникнення пожеж у природних екосистемах НПП «Подільські Товтри», їхнього впливу на основні компоненти екосистем, біорізноманіття та функції загалом. Також запропоновано оцінку за певними критеріями ризиків виникнення і розповсюдження пожеж, що необхідно для раннього виявлення, прийняття відповідних заходів захисту, оскільки наслідки їх впливу частково або повністю можуть бути необоротними для природних екосистем парку.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Згідно з Національною доповіддю про стан навколишнього природного середовища в Україні, до основних загроз біорізноманіттю всіх структурних елементів екомережі України віднесені пожежі. Екологи наголошують, що через спрощення структури та вульгаризації біоти відбувається консервація дії чинників ценогенезу, через що відтворення фітоценозів, у т. ч. й раритетних стає практично неможливим [6].

У зв'язку зі зростанням кількості пожеж на фоні потепління клімату актуальність їх

вивчення та оцінювання небезпеки зростає щорічно [7].

Дослідники наслідків впливу пірогенного фактора на природні екосистеми не мають одностайної думки щодо негативного впливу. Мають місце твердження того, що пожежі підвищують біорізноманіття лісових екосистем, зокрема гасіння великих пожеж є економічно недоцільним [8; 9]. Однак більшість вважає пірогенний фактор причиною змін ґрунтово-рослинного покриву, фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунтів, зміни гідротермічних і трофічних умов.

Науковці у своїх публікаціях дають відповідь на питання, чому пожежі як деструктивні фактори розглядаються як фактор збільшення біорізноманіття. Найбільше публікацій присвячено аналізу результатів дослідження впливу пожеж на основні компоненти лісових екосистем, їх біорізноманіття і функції [10–12]. Останні роки характеризуються вивченням не тільки лісових пожеж, а й проблематиці пожеж на кордоні людських поселень із природними екосистемами. Робиться висновок про те, що людські поселення й інфраструктура, що розташовані серед горючої рослинності, сприяють економічно катастрофічним пожежам [13]. Швидкість урбанізації у поєднанні з поганим плануванням земельних ділянок на кордонах між заповідними землями та сільськими районами збільшили вразливість природних екосистем.

Наразі піднімається питання збільшення кількості туристів чи «нових» жителів, не обізнаних з «культурою ризику» [14] у пожежонебезпечних районах. Пропонується активізація просвітницьких та інформаційних кампаній через нестачу обізнаності щодо ризику пожежі, а також відсутність знань чи рекомендацій серед мешканців щодо підготовки до пожежі і реагування на неї. У роботах Ю.В. Буца розкриті науково-методологічні основи релаксії екоосистем при техногенному навантаженні пірогенного походження, систематизовано техногенний вплив пірогенних процесів на компоненти довкілля і його стан, обґрунтовано теоретико-методологічні оцінки тех-

ногенного ризику пірогенного походження екогеосистем України [15]. Значна увага, що закономірно, присвячена проблематиці постпірогенного перетворення ґрунтів, водного режиму, рослинності і ландшафтів Чорнобильської зони. Незначна кількість публікацій описує проблеми пожеж у заповідниках і національних парках України. Так, розглянуто локалітети і площі пожеж, проаналізовано статистику підпалів сухої рослинності в НПП «Пирятинський» у 2020 р. [16].

Екологічні дослідження впливу пірогенного фактора на природні екосистеми НПП «Подільські Товтри» не розвинені: більшість були точковими у часі і характеризували моральний аспект проблеми. Публікації з цієї теми більш спрямовані на профілактичний аспект, хоча масштаби впливу і наслідки були значущими для постпірогенного функціонування екосистем. Описані у запропонованій статті результати започатковують дослідження, що мають велике значення для розуміння причин виникнення пожеж, прогнозу їх розвитку і наслідків для природних екосистем парку, особливо охоронюваних об'єктів під впливом багатofакторного впливу сільських поселень. На територіях НПП «Подільські Товтри» пожежі виникали рідко або не відбувались ніколи в історичному минулому. Наразі повторювані у часі пожежі, інтенсивне антропогенне втручання роблять шкідливий вплив більш актуальним [17], що потребує вивчення.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження впливу пірогенного фактора на природні екосистеми проводилося у НПП «Подільські Товтри» впродовж 2018–2022 рр. Враховуючи значну площу парку, зоною досліджень було обрано найбільш заселену місцевість — Кам'янець-Подільський р-н (58,9% його території). Дослідження здійснювались на двох особливо охоронюваних об'єктах цієї зони: урочище «Окунь» і Китайгородське відслонення — всесвітньовідомий еталонний розріз силурійських відслонень (с. Китай-

город), а також розріз гринчуцької підсвіти рихтівської свити малиновецької серії — геологічна пам'ятка природи (с. Малинівці). У дослідженнях використані дані Державної служби надзвичайних ситуацій, матеріали із офіційного веб-сайту НПП «Подільські Товтри», статистичні системи Інтернет-ресурсів, нормативно-правові акти.

Дані польових досліджень, фотодокументи збиралися за останні чотири роки, а виміри показників мікрокліматичних і хімічних факторів, відбір проб на вибраних модельних об'єктах природно-заповідного фонду (ПЗФ) проводились у перші дні після пожеж, наступні — через два місяці та два роки. Програма польових досліджень була запроєктована таким чином, щоб оцінити якісно і кількісно стан ґрунтового покриву, атмосферного повітря під час пірогенного впливу та у більш пізній період. Вимірювання проводили за стандартними методиками аналітичних і фізико-хімічних методів. Фіксували показники мікрокліматичних умов у зоні відбору проб для аналізу. Для розгляду ризиків впливу пірогенного фактора на природні екосистеми були використані взаємодоповнюючі кількісний і якісний підходи [18]. За допомогою якісного аналізу ризиків виникнення і розповсюдження пожеж в екосистемах НПП «Подільські Товтри» виявляли й ідентифікували можливі види ризиків, визначали причини і фактори, що впливають на їх рівень. Для кожного модельного об'єкта проводилась кількісна оцінка їх значимості.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Територія найбільшого за площею в Україні НПП «Подільські Товтри» становить 261 316 га, з яких понад 70% це освоєні землі (орні, міська і сільська забудова, промислові території, кар'єри, дороги). Заповідна зона НПП «Подільські Товтри» охоплює 1603,8 га (0,61% від його площі), зона регульованої рекреації — 11 452,2 га (4,38%), зона стаціонарної рекреації — 173,5 га (0,06%) та значно більша частка при-

падає на господарську зону – 248086,5 га (94,93%) [19; 20].

На частку напівприродних і природних рослинних угруповань припадає близько 15%. Згідно з критеріями IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources), не менше 75% території національного парку повинні бути віднесені до зони строгої охорони і управлятись без втручання людини в природні процеси і господарського використання. Отже, НПП «Подільські Товтри» не відповідає II категорії (національний парк – режим невтручання і збереження природних процесів). Однак, у межах НПП зростає 77 видів флори і мешкає близько 100 видів фауни, які охороняються на міжнародному, європейському і національному рівнях. Також наявні рідкісні біотопи, які охороняються відповідно до Директиви 93/42 збереження природних біотопів, дикої флори і фауни [21–23].

Територія НПП «Подільські Товтри» густозаселена. У ньому розташовано 196

сільських поселень, одне місто і 4 селища міського типу. Сільські поселення часто розміщені поблизу заповідних територій або безпосередньо межують із ними. Тобто відсутній бар'єр для захисту рідкісних видів і угруповань від антропогенного впливу, що створює додаткові ризики. Один із них – пожежі.

Для НПП «Подільські Товтри» пірогенний фактор тісно пов'язаний із відходами сільських поселень. Часто сільські жителі, щоби позбутися сміття чи побутових відходів, спалюють їх. Ставлять за мету випалити сухостої, але розвиваються некеровані людиною пожежі, що охоплюють значні території, супроводжувані загибеллю частини рослинного і тваринного світу парку. На *рис. 1* видно, що більшість підпалів, що зумовили до сильних пожеж здійснювалась поблизу лісових масивів і, навіть, на їх узліссі.

Вилучені у користування парку ліси сформовані на 80% з штучних насаджень хвойних порід. Ступінь пожежної небезпе-

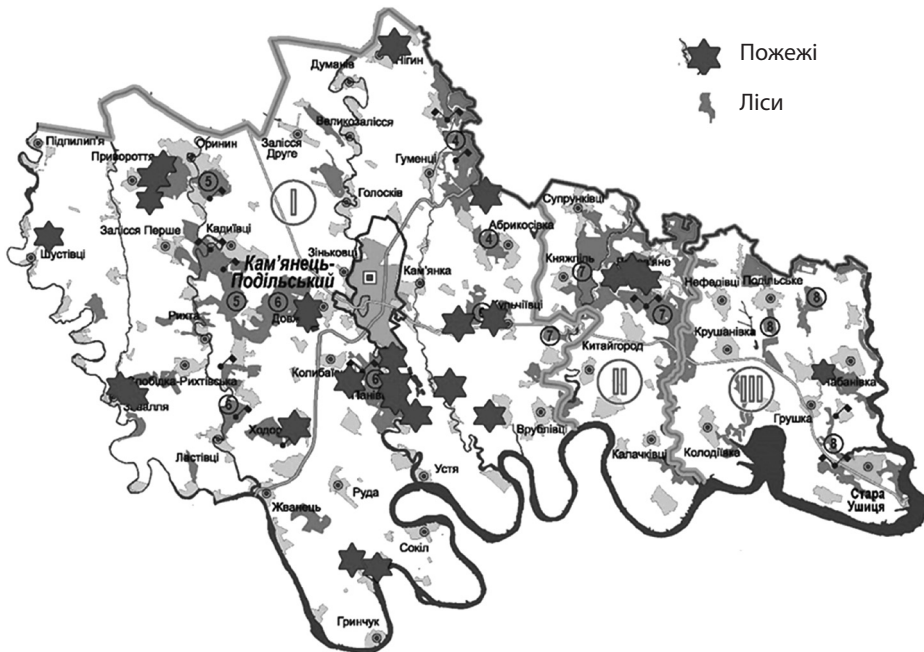


Рис. 1. Розподіл лісових земель і місць підпалів, що призвели до великих пожеж в екосистемах НПП «Подільські Товтри» (лютий–травень 2020 р.)

Таблиця 1. Найураженіші пожежами об'єкти ПЗФ парку (2020-2021 рр.)

Назва села	Площа пожежі (га)	Назва об'єкта ПЗФ
Панівці	6,0 (4 пожежі)	Пониззя р. Смотрич – водно-болотні угіддя міжнародного значення Ботанічний заказник «Панівецька дача»
Завалля	3,0	Розріз скальської серії силуру, печери Анлантида і Малишка-Киянка – геологічні пам'ятки природи
Баговиця	3,0	Розріз баговецької свити
Кульчіївці	2,0	Ботанічний заказник «На валу»
Китайгород (важкодоступні скелясті схили)	10,0 (не гасили)	Урочище «Окунь» Китайгородське відслонення – всесвітньовідомий еталонний розріз силурійських відслонень
Малинівці	1,0	Розріз гринчуцької підсвити рихтівської свити малиновецької серії – геологічна пам'ятка природи
Мукша Китайгородська	2,0	Ботанічний заказник Мукшанський

ки досить висока через значну масу відмерлої хвої. Впродовж лише березня–травня 2020 р. вогнем сильних пожеж було знищено фауну і флору одного з районів парку (Кам'янець-Подільського) на площі понад 30 га.

У табл. 1 вказано об'єкти ПЗФ, що найбільше постраждали від підпалів.

У північній і центральній частинах НПП «Подільські Товтри» знаходяться скелясті вапнякові пасма Товтрової гряди. У південній частині парку є унікальний геоморфологічний комплекс р. Дністер та її приток, що течуть у глибоких каньйоноподібних долинах, спричинених глибоким розчленуванням поверхні, наявністю схилів різних експозицій і крутизни.

До найбільш уразливих слід віднести екосистеми крутих схилів каньйону р. Дністра та її приток, пов'язана з особливостями розповсюдження пожеж по схилах. За рахунок значної крутизни схилів розвиваються ефекти конвекції з додатковим притоком повітря до зони горіння. Важливим є додатковий прогрів горючих матеріалів. Має значення і профіль схилів. Швидкість розповсюдження пожеж на схилах 15% і більше подвоюється порівняно з горизонтальними ділянками [24].

Для вивчення пірогенного впливу на природні екосистеми був вибраний модельний об'єкт геологічна пам'ятка природи місцевого значення «Розріз гринчуцької підсвити рихтівської свити малиновецької серії». Розріз осадових відкладів силурійських порід. Він входить до складу ПЗФ України, який охороняється як національне надбання. Розташування: лівий берег р. Дністер, північна околиця с. Малинівці (рис. 2). Площа: 1,5 га. Цінність: унікальна геологічна пам'ятка. Максимальний ухил схилів: 33,0% та 26,8%. Середній ухил схилів: 15,4% 12,6%.

Геологічна пам'ятка природи місцевого значення сформована не лише унікальними вапняковими породами, але й своєрідними біотопами [25]:

T1.2.2 *Petrophyte steppes on carbonate substrata*. Підмун T1.2.2.a *Petrophyte steppes on carbonate substrata of Podillya* (Резолюція 4 Бернської конвенції: E1.2 Perennial calcareous grassland and basic steppes). У цих біотопах поширені рідкісні види *Adonis vernis* L., *Astragalus monspessulanus* L., *Chamaecytisus albus* (Hacq.) Rothm., *Gypsophila thyratica* Krasnova, *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill s.l., *Stipa capillata* L., *Echium rossicum* J.F. Gmel.,

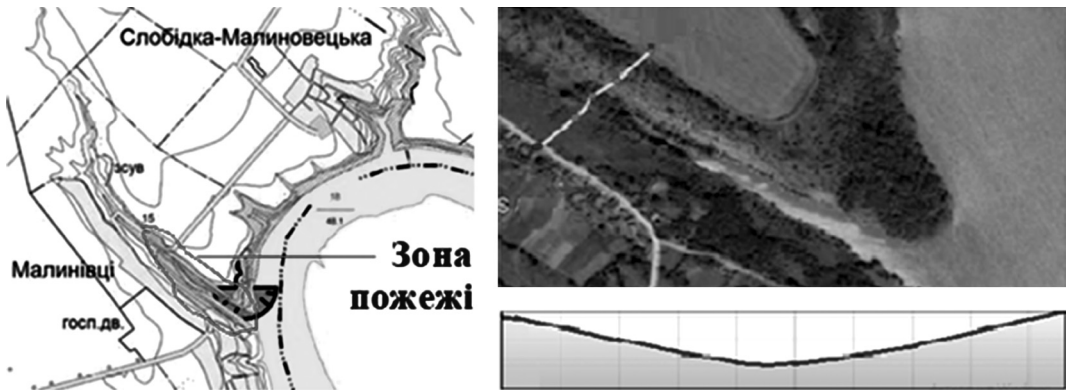


Рис. 2. Геологічна пам'ятка природи місцевого значення (біля с. Малинівці)

Iris aphylla subsp. *hungarica* (Waldst. & Kit.) Helgi.

K2.1.3 Ватнякові скелі рівнинних регіонів Calcareous rocks of lowland

K2.1.3.a Відслонення щільних вапняків і гіпсів Західного Поділля (Резолюція 4 Бернської конвенції: E1.11 Euro-Siberian rock debris swards H.3.2 Basic and ultra-basic inland cliffs H3.511 Limestone pavements). Тут поширені вищі судинні рослини (ВСР) – *Allium senescens* subsp. *montanum* (Fries) Holub, *Allium podolicum* (Aschers et Graebn.) Blocki ex Racib., *Asplenium ruta-muraria* L., *Aurinia saxatilis* L., *Melica transsylvanica* Schur, *Poa versicolor* Besser, *Sedum acre* L., *Teucrium montanum* L. На незаліснених ділянках зростають асоціації *Festuco valesiacae*–*Stipetum capillatae* Sill., 1937, *Acini arvensis*–*Elytrigietum intermediae* (Kukovitsa et al., 1994) Kukovitsa in V.Sl., 1995, *Brachypodio pinnati*–*Seslerietum* (Klika, 1929) Томап, 1976, на окремих місцях виявлено *Prunetum spinosae* R. Тх., 1952. На схилах і прямовисних скелях поширені асоціації: *Galio campanulatae*–*Poion versicoloris* Kukovitsa, Movchan, V.Sl. et Shelyag, 1994, *Poetum versicoloris* Kukovitsa, Movchan, V. Solomakha et Shelyag, 1992, *Aurinio saxatilis*–*Allietum podolici* Onyschenko, 2001, *Asplenietum trichomanis*–*rutae-murariae* (Kuhn, 1937) R.Тх., 1937. Наприкінці ХХ ст. для зміцнення схилів берегів були створені штучні фітоценози з *Pinus sylvestris* L. у складі, що характеризуються високою

стійкістю до несприятливих ґрунтових і кліматичних умов, здатні рости на сухих і бідних поживними речовинами ґрунтах, навіть на дерново-підзолистих ґрунтах і суглинках, формуючи повноцінні деревостани. Однак, на жаль, для вказаної території цей вид не був аборигенним. Інтродуцент, висаджений із метою призупинення ерозійних процесів, заліснення невикористаних у сільському господарстві земель в охоронній зоні р. Дністер, мав і негативну особливість – підвищену горимість. Для посадки сосни на крутих схилах створили тераси, а на пологих схилах здійснювали посадку без терасування. Пожежею 2020 р., спричиненою весняними підпалами смітників і територій випасання худоби сільського поселення, було знищено рослинність по обидва боки глибоко врізаної балки з крутими схилами, а також водно-болотного угіддя між ними (див. рис. 2) на площі 1 га. Спалене селянами сміття поблизу крутих схилів сприяло підпалу сухої трави, що вийшло на гребінь схилу, по якому горючі матеріали скотилися донизу до болотного угіддя з висушеною осокою зі зростаючою швидкістю, а потім стрімко перекинулось на протилежний схил (рис. 3).

Далі горіння відбувалося у зоні висхідного потоку, що зумовило до сумачі кінетичної енергії самої пожежі та висхідного потоку повітря. Розповсюдження пожежі визначалося швидкістю просування лише у нижній ділянці на території водно-болот-



Рис. 3. Постпірогенний вигляд території дослідження (два тижні після)

ного угіддя, по схилах — дальністю переносу горючих частинок, через які виникали нові мілкі джерела горіння, що з часом зливались з основним. Тепло, що виділялося при русі вогню вниз по схилу, попередньо нагрівало протилежний схил, що призвело до легкого займання та набагато більш інтенсивної пожежі. Зафіксовано: часткові необоротні втрати біорізноманіття; загибель у вогні молодяку сосни; втрати рідкісних видів флори і фауни; створення умов для прояву масових спалахів комах шкідників лісу; забруднення продуктами горіння атмосферного повітря, ґрунтів, водних об'єктів; зміну фізичних і хімічних властивостей ґрунтів; перенос продуктів горіння водними та повітряними потоками і забруднення цими продуктами дотичних територій, у т. ч. унікальної геологічної пам'ятки природи. Спостерігали ознаки фізичного руйнування осадових порід схилів, такі як: викришування, руйнування уламків породи, відшарування й оголення внаслідок дії високих температур під час пожежі. Через 2 тижні (рис. 4) після пожежі кількість шкідників жуків-короїдів, виявлених на 1 м² згарища становила 2–4

особини. Підвищення кількості особин жука спостерігалася у місцях, де через вплив пожеж загинула частина дерев, а в ґрунті завжди є підвищений запас загиблих коренів, що є для них кормовою базою [26].

Через 2 міс. почав поступово відновлюватись трав'яний покрив. Наслідком пожежі (чи кількарізкових пожеж) стало руйнування рослинного покриву, знищення насіння, проростків та інших вікових особин (j, im, v, g). Відбулося посилення водної і вітрової ерозій. Ще одна загроза — це вселення інвазійних видів. У нашому випадку — *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort, які витісняють природні види і спричиняють трансформацію рослинного покриву. На прикладі спалювання 1 кг деревини сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) показано забруднення повітря на відстані 3, 5, 10 м від джерела вогню (табл. 2).

Концентрація вуглекислого газу на відстані 10 м сягала у межах 4123–4364 мг/дм³, формальдегіду — 1,19–1,32 мг/дм³, оксидів азоту у перерахунку на NO₂ — 4,7–7,1 мг/м³.



Рис. 4. Наслідки пожежі в природних екосистемах парку (біля с. Малинівці)

Високою є концентрація летких органічних сполук (ЛОС). Оскільки їх дуже багато, проблемно і затратно контролювати усіх. Тому у *табл. 2* вказана загальна кількість ЛОС через вимірювання, відоме як TVOC. Прийнятною для людського організму вважається концентрація менше $0,5 \text{ мг/м}^3$.

Дрібнодисперговані горючі тверді частинки після їх підняття конвекційними потоками швидко згорають і вже погаслими торкаються землі. Їх концентрація (PM_{10}) швидко знижується з віддаленням від джерела вогню. Більш крупні здатні горіти і після падіння. Концентрація PM_{10} значно

Таблиця 2. Склад аерозолі горіння деревини сосни звичайної

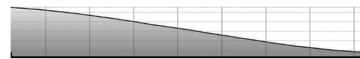
Показник якості повітря	Відстань від джерела вогню, м		
	3	5	10
PM_{10}	Більше 999	494	416
$\text{PM}_{2,5}$	Більше 999	871	697
PM_{10}	Більше 999	999	894
TVOC	9,999	9,999	4,503

домінує над більш мілкими частинками. Через різні розміри і форми тверді частинки випадають на різних відстанях під пожежі. Дрібні вологі частинки незгорілої деревини, сажа і продукти хімічного перетворення кислих оксидів карбону, нітрогену й сульфуру, що були в основі аерозолів, які піднялись в атмосферне повітря під час пожежі, відклались на оголених вапнякових схилах річкової долини, утворюючи пористу кірку, здатну конденсувати й утримувати вологу з повітря. Кірка з часом руйнується. Поверхня глинистих зонкоплитчастих вапняків з прошарками мергелю стає порошокоподібною, а кірка деформується, де в кінцевому підсумку відшаровується, оголюючи внутрішню частину, чутливу до руйнування дощем і вітром. Чорний колір кірки сприяє поглинанню більшої кількості сонячної енергії, що призводить до розширення осадової породи з подальшим руйнуванням. Свідченням порушення теплоізоляції є отримані температурні характеристики. Так, при температурі повітря 21,8°C, неушкоджений вогнем ґрунтовий покрив має температуру 24,3°C. До чорного обгоріла земля — 32,8°C. Пошкоджений вогнем пожежі оголений кам'яний схил прогрівається до 30,2°C. Тобто відбувається зміна локальних мікрокліматичних умов, збільшується площа інсоляції та створюється дефіцит вологи. Постпірогенна вітрова ерозія через

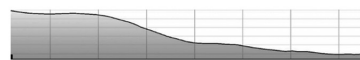
видування, а пізніше і водна ерозія через змиви попелу, сажі, згорілих органічних решток зі схилів, знизили якість води водноболотного угіддя, розташованого між двома схилами р. Дністер.

Отже, внаслідок перенесення продуктів горіння повітряними потоками геологічна пам'ятка природи місцевого значення знаходиться у вкрай вразливому стані.

На відміну від розглянутої вище геологічної пам'ятки природи місцевого значення, Китайгородське відслонення вирізняється використанням природних об'єктів для пасивного або активного відпочинку, масового туризму. Однак при цьому — і відсутністю (мінімальністю) просвітницького аспекту. Не встановлені детальні інформаційні панелі, що характеризують види рослин і звертають увагу на їх унікальність (або той факт, що вони знаходяться під загрозою зникнення). Як наслідок, відвідувачі не отримують стимул для більш уважного ставлення до компонентів навколишнього середовища [27]. Концепції екотуризму в багатьох країнах містять освітній компонент, передусім, за допомогою реалізації програм навчання місцевих жителів, туристичних гідів. Ми цього не маємо. На околицях с. Китайгород знаходяться особливі вапнякові утворення — всесвітньовідомий еталонний розріз силурійських відслонень (рис. 5). Південна і південно-західна частина включена як заповідна зона



Максимальний ухил — 46,3%,
середній — 28,5%



Максимальний ухил — 62%,
середній — 19%

Рис. 5. Китайгородське відслонення

НПП «Подільські Товтри» і знаходиться над р. Тернава. Друга частина займає східний і південно-східний схили до р. Окунь (притоки р. Тернава). Урочище «Окунь» і входить до зони регульованої рекреації.

Варто зауважити, що с. Китайгород межує з вказаними територіями. Також у межах другої ділянки є штучні насадження *Pinus sylvestris*. Між двома ділянками є стежка до р. Тернава, а на другій ділянці — до р. Окунь. Ці стежки використовуються туристами, рибалками. Підпали трав'яного сухостою здійснюються саме цією групою людей. Геологічна пам'ятка природи загальнодержавного значення сформована не лише унікальними вапняковими породами, але й своєрідними біотопами [25]: **T1.2.2 Petrophyte steppes on carbonate substrata. Підмун T1.2.2.a Petrophyte steppe on carbonate substrata of Podillya** (Резолюція 4 Бернської конвенції: E1.2 Perennial calcareous grassland and basic steppes). **Ч4.1 Mesophilous and xeromesophilous shrubs.** Резолюція 4 Бернської конвенції: **F3.241 Central European subcontinental thickets.** Характерні види: *Agrimonia eupatoria* L., *Berberis vulgaris* L., *Cornus mas* L., *Crataegus* spp., *Dactylis glomerata* L., *Prunus spinosa*, *Rhamnus cathartica* L., *Rosa canina* L., *R. oymibifera* Borkh., *Teucrium chamaedrys* L., *Viola hirta* L. У межах вапнякових схилів у верхній частині і на більш пологих схилах лівого берега річок Окунь і Тернава поширена асоціація *Prunetum spinosae* Tx. 1952. В асоціації трапляються *Crataegus curvisepala* Lindm., *C. leiomonogyna* Klokov, *Prunus spinosa*, *P. stepposa* Kotov, *Rhamnus cathartica*, *Rosa canina*, які є діагностичними видами. Також тут поширена асоціація *Swido sanguinei-Crataegetum leiomonogyna* Fitsailo 2005, в якій зростають *Crataegus leiomonogyna*, *Prunus spinosa*, *Swida sanguinea* (L.) Opiz. На карнізах вапнякових відслонення виявлено асоціацію *Poetum versicoloris* Kukovitsa et al. 1992 nom. inval. разом з *Asperula cynanchica* L., *Poa versicolor*, *Seseli hippomarathrum* Jask., *Teucrium montanum*. Верхню частину схилів до р. Окунь і р. Тернава, які менш круті, займають асоціація *Inuletum*

ensifoliae Kozłowska 1925 з діагностичними видами *Aster amellus* L., *Inula ensifolia* L., *Linum flavum* L., *L. hirsutum* L. У цій асоціації виявлено рідкісні види *Adonis vernalis* і *Pulsatilla pratensis*. Також тут поширена асоціація *Jurineo calcareae-Stipetum capillatae* Kukovitsa et al. ex Kukovitsa in Solomakha 1995, в якій зростають *Anthericum ramosum* L., *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Bupleurum falcatum* L., *Carex humilis*, *Potentilla incana* P. Gaertn., B. Mey. & amp; Scherb., *Stipa capillata*, *Teucrium montanum*. Асоціація *Teucroio pannonicum-Stipetum capillatae* Didukh et Korotchenko 2000 з діагностичними видами *Potentilla incana*, *Stipa capillata*, *Teucrium pannonicum*, а також трапляється *Astragalus monspessulanus*, і займає круті схили. Всі три асоціації мають синсозологічний статус: біотопи угруповань охороняються за Директивою Ради Європи 92/43/ЄЕС (№ 6210). Варто зауважити, що після однорічного випалу сухого травостою на наступні роки активно відновилися популяції *Adonis vernalis* і *Pulsatilla pratensis*. На жаль, при щорічних випалах на третій рік популяції змінюють вікову структуру і відбуваються регресивні процеси.

Вивчення ризиків виникнення і розвитку пожеж в екосистемах НПП «Подільські Товтри». Запропонована методика оцінки ризиків базується на оцінці факторів виникнення і поширення. Може здійснюватися з використанням імітаційних математичних шкал, побудованих на ймовірнісних оцінках найбільш несприятливих умов і факторів, що зумовлюють максимальний ризик. Після отримання необхідної інформації виконується розрахунок по кожному виду ризику й інтегральному R_i (сумарному) ризику з урахуванням вагових коефіцієнтів умов і факторів:

$$R_i = R_B (\text{виникнення}) + R_{II} (\text{поширення}). \quad (1)$$

Ризики виникнення і поширення пожеж розраховується за формулою (2) і (3).

$$R_B = \sum k_i \text{ та } R_{II} = \sum k_j, \quad (2)$$

$$R_i = (\sum k_i + \sum k_j) k_t, \quad (3)$$

де k_i , k_j та k_t — вагові коефіцієнти.

Ризик виникнення і поширення пожеж у часі. Узагальнені статистичні дані за розглянутий відрізок часу вказують на те, що пожежі в природних екосистемах парку відбуваються нерівномірно впродовж року. Для НПП «Подільські Товтри» характерний весняний пік пожежної активності. Найбільша їх кількість зафіксована у березні–квітні. Саме у цей час відбуваються від 60 до 80% великих пожеж із захопленням значних територій. Їх особливість — усі вони спровоковані сільським населенням. Також можна виділити період


спекотної погоди липня і серпня, коли відбувається самозаймання сміття й спалювання господарських відходів. Спалюють органічні відходи після прибирання городини у жовтні і листопаді. Пропонується введення поправочного коефіцієнта k_t на найбільш пожежонебезпечні періоди року (табл. 3).

Розрахунок вагових коефіцієнтів ризику виникнення і поширення пожеж. За мету ставили встановлення послідовності найбільш значущих умов і факторів та приписування їм числових значень (табл. 4).

Таблиця 3. Вагові коефіцієнти пожежонебезпечних періодів

Місяць року											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Значення k_t											
1	1,2	2	2	1	1	1,2	1,3	1	1,4	1,1	1
Підпали сухою весняне прибирання						Спека, самозаймання			Спалювання городини		

Таблиця 4. Вагові коефіцієнти k_i виявлення ризику підпалів

Критерії	Ваговий коефіцієнт k_i	<p>Круті схили р. Дністер, обпалені пожежею</p> 
Тривала посушлива погода	0,20	
Низька ймовірність виявлення початку та розвитку пожежі	0,18	
Близько розташоване сільське поселення	0,16	
Розташування по периметру села	0,13	
Наявність рослинності, чутливої до загорання	0,11	
Несанкціоновані сміттєзвалища побутових відходів	0,09	
Доступність (наявність під'їзних шляхів тощо)	0,06	
Ділянки випасання худоби	0,04	
Сільськогосподарські поля, де ймовірно випалювання стерні	0,02	
Повторюваність пожеж	0,01	
Частка антропогенного впливу сягає 69%		

Таблиця 5. Вагові коефіцієнти k_j ризику поширення підпалів

Критерії	Ваговий коефіцієнт
Тривала посушлива погода	0,15
Вітер	0,15
Особливості рельєфу (горби, схили, значний ухил тощо)	0,15
Низька ймовірність виявлення початку і розвитку пожежі	0,12
Важкодоступність для під'їзду пожежних машин	0,12
Відсутність штучних або природних бар'єрів	0,10
Сухостій	0,09
Жива рослинність, чутлива до загорання	0,07
Важкодоступність до водних об'єктів	0,04
Сміттєзвалища побутових відходів	0,01

Частка антропогенного впливу сягає 13%

Ризик поширення пожежі в природній екосистемі є функцією умов і факторів, які впливають на поведінку розпочатої пожежі. У табл. 5 представлені вагові коефіцієнти k_j .

Частка антропогенного фактора є визначальною при виникненні пожеж. Найбільшою мірою залежною від наявності розташованих поряд сільських поселень і нерозвиненої мережі спостережень за пожежною ситуацією. Вирішальне значення мають кліматичні умови, наявність рослин, що добре горять та їх сухих решток. Розвиток пожеж до рівня надзвичайних ситуацій вже не залежить від людського фактора. Враховуючи особливості рельєфу місцевості, недоступності певних ділянок території парку, пожежі можуть розвиватися стрімко, за хвилини охоплюючи значні території.

Тільки запобігання пожежам, усунення факторів розвитку пожеж може дати захист різноманіттю екосистем парку. Екологічна освіта сільського населення, вчасне

інформування повинні стати на чолі шляху до усталених природних комплексів і сільських поселень, розташованих на території парку.

Важливо провести розрахунки ризиків для інших цінних об'єктів ПЗФ, розташованих на території НПП «Подільські Товтри», щоб дієво запобігати пожежам, захистити біорізноманіття, уникнути безповоротних втрат рідкісних і зникаючих видів. Робота у напрямі встановлення більш точних величин ризиків повинна бути продовжена на основі отримання встановлених у ході дослідження залежностей виникнення і розповсюдження пожеж від щільності населення, віддаленості від пожежних станцій, наявності сільського поселення, близькості до екосистем (лісових, лучних, степових тощо), крутизни схилів, періоду року, доступності, посушливих періодів, рослинності, чутливої до займання тощо.

Оцінку сумарного ризику запропоновано проводити згідно з табл. 6.

Таблиця 6. Оцінка сумарного ризику

Ймовірність	Бальна оцінка
Низька	Нижче 0,25
Середня	0,25–0,5
Висока	0,5–0,75
Дуже висока	0,75–1,0
Дуже висока з критичними наслідками для екосистем	Більше 1,0

ВИСНОВКИ

Успішний підхід до зменшення ризику пожеж у майбутньому на території НПП «Подільські Товтри» вимагатиме створення стійких ландшафтів і громад, які будуть краще підготовлені до протистояння пожежам. Цивільний захист, природоохоронні установи та організації, сільське населення повинні працювати разом злагоджено, щоб забезпечити безпечне функціонування цих

цінних природних, разом із тим і пожежо-небезпечних зон. Проведені дослідження можуть стати інформаційною основою для побудови карт оцінки і прогнозу пожежної небезпеки території НПП «Подільські Товтри». Інформація, закладена в картах, знімках і зібрана в польових умовах, має бути об'єднана в окремі електронні об'єкти ГІС — електронні векторні карти (шари), де різні шари будуть нести певні типи інформації.

ЛІТЕРАТУРА

1. WWF. Fires, Forests, and the Future. 2020. URL: chrome-extension://efaidnbmninnibceajpcglecfndmkaj/https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_fires_forests_and_the_future_report.pdf
2. Обросник О.О., Бабіна А.Б., Богатов О.Ш. Оцінка пожежної безпеки. *Запобігання надзвичайним ситуаціям і їх ліквідація*: матеріали наук.-практ. семінару (м. Харків, 7 лют. 2018 р.). Харків, 2018. С. 142–144.
3. Климась Р.В., Одинець А.В., Матвійчук Д.Я., Несеюк Л.П. Аналіз нормативу часу прибуття першого пожежно-рятувального підрозділу на пожежі в Україні. *Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій*: зб. матеріалів Х Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Черкаси, 11–12 квіт. 2019 р.). Черкаси, 2019. С. 32–34.
4. Про затвердження критеріїв утворення державних пожежно-рятувальних підрозділів (частин) оперативно-рятувальної служби цивільного захисту в адміністративно-територіальних одиницях і переліку суб'єктів господарювання, де утворюються такі підрозділи (частини): Постанова Кабінету Міністрів України від 27.11.2013 р. № 874. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/874-2013-%D0%BF#Text>
5. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова території. Київ. Мінрегіон України. URL: <https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/07/DBN-B22-12-2019.pdf>
6. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні / Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. URL: <https://mep.gov.ua>
7. Wright H. and Heinselman M. The Ecological Role of Fire in Natural Conifer Forests of Western and Northern North America — Introduction. *Fire ecology*. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03400628>
8. Scott S., Brandon C., Christopher F. et al. Drought, Tree Mortality and Wildfire in Forests Adapted to Frequent Fire. *BioScience*. 2018. № 68. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/bix146>
9. Juli G. Pausas and Jon E. Keeley. Wildfires as an ecosystem service. *Front Ecol Environ*. 2019. 17 (5). P. 289–295. DOI: <https://doi.org/10.1002/fee.2044>. URL: https://www.uv.es/jgpausas/papers/Pausas-Keeley-2019-FEE_wildfires-as-ecosystem-service.pdf
10. Miguel Castillo, Patricio Pedernera and Eduardo Peña. Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista ambiente y desarrollo de cipma*. 2003. Vol. XIX. P. 44–53. URL: <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Bosques-Ecosistemas/25.pdf>
11. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Особливості збереження біорізноманіття Поділля: теорія і практика: моногр. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. 320 с.
12. Bodí M.B., Cerdà A., Mataix-Solera J. and Doerr S.H. Efectos de los incendios forestales en la vegetación y el suelo en la cuenca mediterránea: revisión bibliográfica. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*. 2012. P. 33–55. DOI: <https://doi.org/10.21138/bage.2058>
13. Bowman D.M., Kolden C.A., Abatzoglou J.T. et al. Vegetation fires in the Anthropocene. *Nat Rev Earth Environ*. 2020. Vol. 1. P. 500–515. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0085-3>
14. Anne Ganteaume, Renaud Barbero, Marielle Jappiot and Eric Maillé. Understanding future changes to fires in southern Europe and their impacts on the wildland-urban interface. *Journal of Safety Science and Resilience*. 2021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666449621000013#sec0006>
15. Буц Ю.В. Науково-методологічні основи релаксії екогеосистем при техногенному навантаженні пірогенного походження: дис. ... д-ра техн. наук: 21.06.01. Суми, 2020. 399 с. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/76769>
16. Безпала Т.М., Чурилович Р.П., Подобайло А.В. Підпали сухої рослинності на території національного природного парку «Пирятинський» в 2020 році. *Chornobyl: open air lab.*: зб. матер. I Міжн. наук.-практ. конф. (м. Київ, 24 квіт. 2021 р.). Тернопіль: Крок, 2021. С. 322–326.
17. Pablo S.-A., Gustavo S., Rafael A. et al. Post-fire ecological restoration in Latin American forest ecosystems: Insights and lessons from the last two decades. *Forest Ecology and Management*. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120083>.

18. Shurda K.E. Basic risk assessment methods. *Annali d'Italia*. 2020. URL: https://issuu.com/publish-itadiana/docs/annali_d_italia_11_2020_part_2/s/11044344
19. Ключниченко Є.Є., Бондар Ю.О., Тарасюк П.А., Сагарда О.П. Проект організації території НПП «Подільські Товтри», охорони, відтворення і рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів. Київ, 2001. Т. 1. 360 с.
20. Наказ Міністерства захисту довкілля: Положення про національний природний парк «Подільські Товтри» від 31.08.2020 р. № 107. URL: <https://mepr.gov.ua/files/docs/nakazy/PZF/Положення%20Подільські%20Товтри.pdf>
21. Марич Х.М. Історія становлення та розвитку національних природних парків. *Актуальні проблеми держави і права*. 2006. № 27. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/apdr_2006_27_74
22. Мудрак О.В. Збалансований розвиток екомережі Поділля: стан, проблеми, перспективи: моногр. Вінниця: СПД Главацька Р.В. 2012. 914 с.
23. Матвеев М.Д. Орнітофауна національного природного парку «Подільські Товтри». *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер.: Біологія*. 2008. № 23. С. 73–81.
24. Felipe A.B. Manual de formación de incendios forestales para cuadrillas. *Gobierno de Aragón*. 2020. URL: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/manual_incendios_cuadrillas.pdf/7a477952-318e-3110-a2df-94692725ab98
25. Lyubinska L.G., Mudrak O.V., Andrusiak D.V. et al. The current state of flora in the National Nature Park «Podilski Tovtry» (Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11 (1). 218–233. DOI: 10.15421/2021_34
26. Любінська Л.Г., Одукалець І.О., Мусієнко М.М. Особливості насаджень *Pinus sylvestris* L. в НПП «Подільські Товтри». *Науковий вісник Чернівецького університету. Сер.: Біологія (Біологічні системи)*. 2010. Т. 2. С. 63–66.
27. Казимирова Л.П. Китайгородське відслонення. Енциклопедія Сучасної України: електронна версія [онлайн] / за ред. І.М. Дзюба, А.І. Жуковський, М.Г. Желєзняк та ін. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2013. URL: https://esu.com.ua/search_articles.php?id=6655

REFERENCES

1. WWF. (2020) Fires, Forests, and the Future. URL: chrome-extension://fcaidnbmnnibpcajpgclclefindmkaj/https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_fires_forests_and_the_future_report.pdf [in English].
2. Obrosnyk, O.O., Babina, A.B. & Bohatov, O.S. (2018). Otsinka pozhezhnoi bezpeky [Assessment of fire safety]. *Zapobihannya nadzvychaynym sytuatsiyam i yikh likvidatsiya: materialy naukovo-praktychnoho seminaru [Prevention of emergency situations and their elimination: materials of a scientific and practical seminar]*. (pp. 142–144). Kharkiv [in Ukrainian].
3. Klymas, R.V., Odynets, A.V., Matviichuk, D.Y. & Nesenjuk, L.P. (2019). Analiz tsnormatyvu chasu prybuttia pershoho pozhezhno-riatuvalnoho pidrozdilu na pozhezhi v ukraini [Analysis of the norms of the arrival time of the first fire and rescue unit at a fire in Ukraine]. *Teoriia i praktyka hasinnia pozhezha ta likvidatsii nadzvychaynykh situatsii: Materialy Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]*. (pp. 32–34). Cherkasy [in Ukrainian].
4. Pro zatverdzhennia kryteriiv utvorennia derzhavnykh pozhezhno-riatuvalnykh pidrozdiliv (chastyn) Operatyvno-riatuvalnoi sluzhby tsyvilnoho zakhystu v administratyvno-terytorialnykh odynitsiakh ta pereliku subiektiv hospodariuvannia, de utvoriuiutsia taki pidrozdily (chastyny): postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 27.11.2013 r. No 874 [On the approval of the criteria for the formation of state fire-rescue units (parts) of the operative-rescue service of civil protection in administrative-territorial units and the list of economic entities where such units (parts) are formed: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated November 27, 2013, no. 874]. (2013). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/874-2013-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
5. DBN B.2.2-12:2019 Planuvannia ta zabudova terytorii Kyiv Minreghion Ukrainy [DBN B.2.2-12:2019 Planning and development of territories. Kyiv. Ministry of Regions of Ukraine]. (2019). URL: <https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/07/DBN-B22-12-2019.pdf> [in Ukrainian].
6. Ministerstvo Ukrainy z pytan nadzvychaynykh situatsii u spravakh zakhystu naselennia vid naslidkiv Chornobylskoi katastrofy. (nd.). *Natsionalna dopovid pro stan tekhnohennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini [National report on the state of man-made and natural safety in Ukraine]*. URL: <https://mepr.gov.ua> [in Ukrainian].
7. Wright, H. & Heinselman, M. (2014). The Ecological Role of Fire in Natural Conifer Forests of Western and Northern North America – Introduction. *Fire ecology*. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03400628> [in English].
8. Scott, S., Brandon, C., Christopher, F. et al. (2018). Drought, Tree Mortality, and Wildfire in Forests Adapted to Frequent Fire. *BioScience*, 68. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/bix146> [in English].
9. Juli G., Pausas & Jon E., Keeley (2019). Wildfires as an ecosystem service. *Front Ecol Environ*, 17 (5), 289–295. DOI: <https://doi.org/10.1002/fee.2044>. URL: https://www.uv.es/jgpausas/papers/Pausas-Keeley-2019-FEE_wildfires-as-ecosystem-service.pdf [in English].
10. Miguel, Castillo; Patricio, Pedernera & Eduardo, Peña (2003). Wildfires and the environment: a global synthesis. *Environment and development maga-*

- zine of *Cipma*, XIX, 44–53. URL: <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Bosques-Ecosistemas/25.pdf> [in Spanish].
11. Mudrak, O.V. & Mudrak, H.V. (2013). *Osoblyvosti zberezhennya bioriznomanittya Podillya: teoriya i praktyka. Monohrafiya [Features of biodiversity conservation in Podillya: theory and practice]*. Vynnytsya: TOV «Nilan-LTD» [in Ukrainian].
 12. Bodí, M.B., Cerdà, A., Mataix-Solera, J. & Doerr, S.H. (2012). Efectos de los incendios forestales en la vegetación y el suelo en la cuenca mediterránea: revisión bibliográfica. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, 33–55. URL: <https://doi.org/10.21138/bage.2058> [in Spanish].
 13. Bowman, D.M., Kolden, C.A., Abatzoglou, J.T. et al. (2020). Vegetation fires in the Anthropocene. *Nat Rev Earth Environ*, 1, 500–515. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0085-3> [in English].
 14. Anne, Ganteaume; Renaud, Barbero; Marielle, Jappiot & Eric, Maillé (2021). Understanding future changes to fires in southern Europe and their impacts on the wildland-urban interface. *Journal of Safety Science and Resilience*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666449621000013#sec0006> [in English].
 15. Buts, Y.V. (2020). *Naukovo-metodolohichni osnovy relaksii ekoheosystem pry tekhnohennomu navantazhenni pirohennoho pokhodzhennia [Scientific and methodological bases of relaxation of ecogeosystems under man-made load of pyrogenic origin]. Doctor's thesis*. Sumy. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/76769> [in Ukrainian].
 16. Bezpala, T.M., Churylovych, R.P. & Podobailo, A.V. (2021). Pidpaly sukhoi roslynnosti na terytorii natsionalnoho pryrodnoho parku «Pyriatynskyi» v 2020 rotsi [Fires of dry vegetation on the territory of the Pyriatynsky National Nature Park in 2020]. *Chornobyl: open air lab. Zbirnyk materialiv I Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Chornobyl: open air lab. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]*. (pp. 322–326). Ternopil [in Ukrainian].
 17. Pablo, S., Gustavo, S., Rafael, A. et al. (2022). Post-fire ecological restoration in Latin American forest ecosystems: Insights and lessons from the last two decades. *Forest Ecology and Management*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120083> [in English].
 18. Shurda, K.E. (2020). Basic risk assessment methods. *Annali d'Italia*. URL: https://issuu.com/publishitadiana/docs/annali_d_italia__11_2020_part_2/s/11044344 [in English].
 19. Kliushnychenko, Y.Y., Bondar, Y.O., Tarasiuk, P.A. & Saharda, O.P. (2001). *Proekt orhanizatsii terytorii Natsionalnoho pryrodnoho parku «Podilsky Tovtry» okhorony, vidtvorennia ta rekreatsionoho vykorystannia yoho pryrodnykh kompleksiv i ob'ektiv [Project for the organization of the territory of the «Podilsky Tovtry» NPP, protection, reproduction and recreational use of its natural complexes and objects]*. (Vol. 1). Kyiv [in Ukrainian].
 20. Nakaz Ministerstva zakhystu dovkillia: Polozhennia pro natsionalnyi pryrodnyi park Podilsky Tovtry vid 31.08.2020 [Order of the Ministry of Environmental Protection: Regulations on the Podilsky Tovtry National Nature Park dated August 31, 2020, No. 107]. URL: <https://mepr.gov.ua> [in Ukrainian].
 21. Marych, K.M. (2006). Istoriiia stanovlennia ta rozvytku natsionalnykh pryrodnykh parkiv [History of formation and development of national natural parks]. *Aktualni problemy derzhavy i prava – Actual problems of the state and law*, 27. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/apdp_2006_27_74 [in Ukrainian].
 22. Mudrak, O.V. (2012). *Zbalansovanyy rozvytok ekomerezhi Podillya: stan, problemy, perspektyvy [Balanced development of the Podillya eco-network: state, problems, prospects]*. Vynnytsia: «SPD Hlavatka R.V.» [in Ukrainian].
 23. Matvieiev, M.D. (2008). Ornitofauna natsionalnoho pryrodnoho parku «Podilsky Tovtry» [Bird fauna of the National Nature Park «Podilsky Tovtry»]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Ser.: Biolohiia – Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Ser.: Biology*, 23, 73–81 [in Ukrainian].
 24. Felipe, A.B. (2020). Manual de formación de incendios forestales para cuadrillas. Gobierno de Aragón. URL: https://www.aragon.es/documentos/20127/674325/manual_incendios_cuadrillas.pdf/7a477952-318e-3110-a2df-94692725ab98 [in Spanish].
 25. Lyubinska, L.G., Mudrak, O.V., Andrusiak, D.V. et al. (2021). The current state of flora in the National Nature Park «Podilsky Tovtry». *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (1), 218–233. DOI: 10.15421/2021_34 [in English].
 26. Liubinska, L.H., Odukalets, I.O. & Musiienko, M.M. (2010). Osoblyvosti nasadzhennia *Pinus sylvestris* L. v natsional'nomu pryrodnychomu parku «Podilsky Tovtry» [Peculiarities of *Pinus sylvestris* L. plantations in the Podilsky Tovtry National Nature Park]. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu. Ser.: Biolohiia (Biolohichni systemy) – Scientific Bulletin of Chernivtsi University. Ser.: Biology (Biological systems)*, 2, 63–66 [in Ukrainian].
 27. Kazymyrova, L.P., Dzyuba, I.M., Zhukovsky, A.I. & Zheleznyak, M.H. (Eds.). (2013). *Kytayhorods'ke vidslonem'ya. Entsyklopediya Suchasnoyi Ukrainy [Kitygorod exposure. Encyclopedia of Modern Ukraine]*. Kyiv. URL: https://esu.com.ua/search_articles.php?id=6655 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 31.05.2022