

<https://doi.org/10.15407/geotech2020.31.131>
УДК 630.181 + 641.841.2

Магльована Т.В., Долін В.В.

Магльована Т.В., к.х.н., доц., Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, maglovana_t@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6780-9045>

Долін В.В., докт. геол. н., проф., ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», vdolin@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-6174-2962>.

КЛЮЧОВІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ

У статті розглянуто проблемні питання щодо реалізації екологічного менеджменту та особливості його ведення в лісовому господарстві на радіоактивно забруднених територіях України. Проаналізовано сучасні вимоги та рекомендації нормативних документів України та ЄС щодо природоохоронної діяльності та збереження біорізноманіття. Аналіз даних супутникової системи MODIS показав істотний вплив лісових пожеж, зокрема на радіоактивно забруднених територіях, на зменшення площ лісових екосистем. Пожежі є другим за значущістю, після вирубки, чинником знеліснення території. Екологічні проблеми радіоактивно забруднених лісових екосистем можна подолати лише за умови удосконалення підходів, методик, стандартів з позицій екологічного менеджменту. Показано, що основою екологічного менеджменту радіоактивно забруднених лісових екосистем є підвищення їх пожежної безпеки. Запобігання та гасіння лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях є ключовою проблемою екологічного менеджменту, що потребує розроблення системи науково обґрунтованих заходів протипожежної охорони та управління лісами, ефективних методів управління пожежогасінням (віддалені, безпечні, запобігання пожежам, моніторинг, постійні профілактичні заходи), запобігання надмірному опроміненню персоналу та населення від різних джерел, вторинному поширенню радіонуклідів унаслідок пожеж на відносно чисті території. Унаслідок лісових пожеж радіонукліди у складі аерозолей, газоподібних продуктів згорання (диму та пилу) виносяться з лісових екосистем, створюючи джерело зовнішнього опромінення, інгаляційного та перорального надходження радіонуклідів. При цьому втрачається депонуюча функція лісу та збільшується міграційна здатність радіонуклідів. Запропоновано заходи щодо зменшення дози опромінення особового складу пожежних підрозділів під час гасіння лісової пожежі, що можливо досягти з використанням гідродинамічно активних водних вогнегасних речовин з одночасним прокладанням перед фронтом пожежі загорювальних смуг на основі солей полігексаметиленуанідину.

Ключові слова: екологічний менеджмент, пожежонебезпечність, лісові екосистеми, радіоактивне забруднення, пожежогасіння, водні вогнегасні речовини, полігексаметиленуанідин.

Вступ

Екологічна безпека, як складова національної безпеки будь-якої держави, залежить від впровадження певних механізмів, всі елементи яких в господарській діяльності не ізольовані один від одного, а тісно взаємопов'язані між собою. Особлива увага заходам екологічної безпеки надається в країнах Європейського Союзу (ЄС), основною метою яких є захист життя та здоров'я людини через збереження та поліпшення біорізноманіття [1-4].

Порівнюючи програми збереження та охорони біорізноманіття, що запроваджуються в країнах ЄС та Україні, слід зазначити, що в Україні вони носять більшою мірою природокористувальний характер на відміну від програм ЄС, де пріоритетною метою завжди виступає збереження біорізноманіття шляхом запобігання, уникнення та боротьби із небезпечними

процесами та явищами природно-техногенного характеру, що спричиняють істотні втрати біологічного різноманіття [2-5].

Правове регулювання охорони лісів у країнах ЄС регламентує порядок контролю забруднення, проведення моніторингу та екологічної оцінки стану лісів, захисту їх від пожеж, як ключового чинника екологічної небезпеки, що веде до істотного ураження та знищення екосистеми [5,3].

Загальна площа лісового фонду України становить 10,4 млн. га, із яких вкритих лісовою рослинністю – 9,6 млн. га. Загалом 15,9 % площі країни вкриті лісами. Цей показник зростає: за 50 років площа лісів зросла на 21 %, майже втричі зріс запас деревини - його оцінюють в межах 2102 млн. м³. Але в період з 2000 по 2013 рр. площа відновлених лісів України

склала 63,01% у порівнянні із кількістю втрачених, наприклад, для Білорусі цей показник досягає 90,14%.

За показником лісистості території Україна належить до малолісних країн Європи. У багатьох країнах світу цей показник значно вищий. Так, за даними ООН, лісистість становить, %: у Фінляндії – 58,9, у Швеції – 67,7, в Німеччині – 29, у Франції – 28,7, в Італії – 21,2, в Канаді – 26,6, у США – 32,7, у Росії – 50,5.

За своїм призначенням і розташуванням лісові зони виконують незамінні соціальні (рекреаційні, санітарно-гігієнічні, наукові), господарсько-екологічні (захисні, біозабезпечувальні) та ландшафтно-стабілізуючі (охорона атмосфери, ґрунтів, вод, біоти) функції, що сприяють відновленню здоров'я та працездатності людей шляхом відпочинку на природі, покращенню стану природних та антропогенно змінених екосистем.

Ці чинники зараз є свого роду товарами природоохоронної сфери суспільного виробництва. Включення в економічну оцінку лісів вартості їх соціально-екологічних функцій – це нагальна потреба суспільства, вона підіймає значущість лісу набагато вище порівняно з теперішньою, яка оцінюється лише за виробленою деревинною та недеревинною продукцією. Пропонується, наприклад, оцінювати середовищезахисні і рекреаційні функції лісів I групи у 3 рази вище за їх експлуатаційну вартість, II групи – у 2 рази вище.

На території України ліси розташовані дуже нерівномірно - переважно на Поліссі та в Карпатах. Переважають хвойні ліси – ялина та сосна займають 41,9 % усієї площі, 27,5 % - дуб, 8,9 % - бук. Крім того, ростуть осики, граби, ясени, берези та модрина. Подекуди можна зустріти рідкісні породи дерев.

Прагнення України інтегруватись в європейську і світову спільноту передбачає розбудову чіткої й обґрунтованої концепції розвитку лісового господарства, де враховуватимуться питання збереження біорізноманіття та ведення лісового господарства, догляд за лісами і лісовими землями, використання їх таким чином і з такою інтенсивністю, щоб підтримувати їх продуктивність, відновлювальну здатність всіх притаманних їм екологічних, економічних і соціальних функцій на місцевому, національному і глобальному рівнях, не викликаючи при цьому пошкодження інших екосистем [7-9].

Проте відсутність належної системи фінансування лісгосподарської діяльності, особливо у східних і південних регіонах України, призвела до припинення робіт із створення захисних лісових насаджень та нездійснення запобіжних протипожежних заходів в лісах, що підвищило ризик виникнення лісових пожеж, осередків шкідників і хвороб лісу, всихання лісів та

погіршення екологічної ситуації [10-11]. Найбільш пожежонебезпечними є хвойні ліси, особливо насадження віком від 5 років за умов сухого стану трав нижнього ярусу, а також насадження віком до 20 років, у яких виникають верхові пожежі. Для насаджень віком від 25-40 років небезпека нижча через виникнення лише низових пожеж [12].

Серед головних чинників знеліснення території пожежі обіймають друге місце після вирубки. Небезпека лісових пожеж полягає у непередбачуваності, різних походженнях джерел загорання, швидкості поширення тощо. Найбільш небезпечними, з позицій екологічної безпеки, є лісові пожежі на радіоактивно забруднених територіях. Унаслідок таких пожеж, окрім соціально-економічних збитків, забруднення навколишнього природного середовища продуктами горіння, істотну роль відіграє дозотвірний чинник. Інтенсифікуються процеси міграції техногенних радіонуклідів та їх винесення за межі лісових екосистем. Ліси, що депонують 20–100 % первинних радіоактивних випадін, втрачають здатність утримувати радіонукліди

Метою даного дослідження є удосконалення екологічного менеджменту радіоактивно забруднених лісових екосистем України, які враховують вплив чинників на процеси міграції радіонуклідів із забруднених лісових екосистем та формування екологічної небезпеки для довкілля та людини внаслідок пожеж у таких екосистемах.

Виклад основного матеріалу

Екологічний менеджмент покликаний виконувати комплекс функцій, кожна з яких зорієнтована на подолання специфічних проблем екологічного характеру. Екологічний менеджмент в Україні знаходиться на етапі становлення та не має не лише ефективної практичної імплементації, а й єдності теоретико-методичного апарату. Аналіз теоретичних підходів до тлумачення екологічного менеджменту дозволяє зробити висновок, що наукові погляди різняться щодо мети, цілей, об'єкту та суб'єктів реалізації. Найбільш вдалими формулювання екологічного менеджменту, на думку авторів, є екологічно безпечне управління, за якого досягається оптимальне співвідношення між екологічними та економічними показниками [4-6].

Окрім цього, в Україні залишається слабо опрацьованою система менеджменту природоохоронних територій. Наявні законодавчі акти й організаційні структури далеко не повною мірою відповідають завданням моніторингу біорізноманіття, прийнятим у країнах Європи, а поняття екологічного менеджменту на територіях спеціального (природоохоронного) призначення практично не розроблене. Наявні нормативно-правові акти щодо організації територій природно-

заповідного фонду (Наказ Мінприроди України № 245 від 06.07.2005 р.) не розв'язують цієї проблеми, оскільки практично не містять поняття «екологічний менеджмент території з метою збереження біорізноманіття». Лише деякі природоохоронні установи, шляхом затвердження в індивідуальному порядку відповідних Положень, здійснюють необхідні заходи менеджменту та моніторингу [5].

Впровадження екологічно орієнтованого лісогосподарського менеджменту забезпечується комплексом механізмів екологічно орієнтованого управління, що є цілісною та збалансованою сукупністю організаційно-економічних форм, які реалізуються у вигляді підмеханізмів, інструментів та технологій, за допомогою яких організуються, регулюються та координуються процеси використання та відтворення лісових ресурсів [3,6].

Головними сучасними проблемами лісогосподарської діяльності в Україні є [7-8]:

- відсутність стратегії реалізації єдиної державної політики у лісовому господарстві;

- неузгодженість та суперечливість природоохоронного та лісового законодавства, проведення відповідно до чинного законодавства рубок у лісах природно-заповідного фонду та неврахування вимог збереження біорізноманіття при плануванні та проведенні лісогосподарських заходів;

- перехід на систему нових національних стандартів. Стандарти, розроблені до 1992 року (переважно всі міждержавні ГОСТ), скасовуються. На заміну мають бути введені європейські стандарти (EN) або, у разі відсутності таких, – міжнародні (ISO). Фактично, наразі нормативна база практично відсутня, оскільки радянські стандарти втратили чинність, а європейські (або власні) чинності не набули;

- лісові пожежі, висока небезпека виникнення яких обумовлена як антропогенними, так і природними чинниками;

- проблеми, пов'язані із наслідками аварії на Чорнобильській АЕС, у тому числі лісові пожежі на радіоактивно забруднених територіях.

Останні дві проблеми є вкрай актуальними, оскільки останніми роками екологічна безпека багатьох регіонів України зазнає впливу від пожеж, що виникають у лісових екосистемах [13-15]. Лісова пожежа – стихійне (неконтрольоване) поширення вогню в лісі (на покритих і непокритих площах, землях лісового фонду). За причинами виникнення вони поділяються на природні та антропогенні; за локалізацією – на верхові, низові та ґрунтові; за швидкістю поширення полум'я – на сильні, середні та слабкі. Найбільш часто виникають низові пожежі, які в подальшому переростають у верхові [12].

Щорічно у світі виникає більше 400 тис. лісових пожеж, які знищують мільйони тонн органічної речовини, сприяють поширенню шкідливих комах і дереворуйнівних грибків, за цих умов виникає водна ерозія ґрунту [12].

Про загострення цієї проблеми в Україні та світі свідчать великі лісові пожежі, які відбулися упродовж останнього десятиріччя, зокрема, дві великі пожежі в Чорнобильській зоні відчуження в 2015 р., а також катастрофічні пожежі, які трапились у 2016–2019 рр. в Австралії, Греції, Іспанії, Каліфорнії, Німеччині, Португалії, Швеції.

Аналіз динаміки лісових пожеж в Україні за їхньою площею та кількістю (згідно супутникової системи MODIS), наведено на рис. 1.

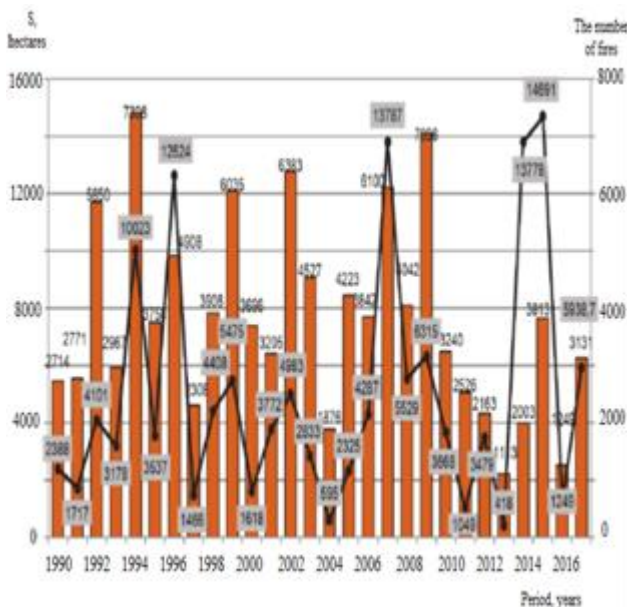


Рис. 1. Динаміка лісових пожеж в Україні за 1990–2017 рр.
Fig. 1. Wildfires in Ukraine during 1990–2017

У період 1990–2017 рр. спостерігається чітка тенденція до зростання площ великих лісових пожеж. Це свідчить про недосконалість управління пожежогасінням, недостатнім забезпеченням матеріальними резервами, недосконалою системою міжвідомчої взаємодії та недостатнім технічним забезпеченням. Слід зазначити, що Державна служба України з надзвичайних ситуацій реєструє тільки випадки, у яких були задіяні пожежно-рятувальні підрозділи ДСНС України та випадки, про які повідомлено із лісогосподарських підприємств. Державна служба статистики України не має повноважень вимагати інформацію про лісові пожежі у лісокористувачів, а отже здійснює збір даних із місцевих органів влади. Це інколи призводить до викривлення звітних (статистичних) даних під час реєстрації лісових пожеж між показниками, отриманими за допомогою методів дистанційного зондування землі, Державної служби статистики та служби статистики ДСНС. Тому питання удосконалення по-

жежної статистики має важливе значення, оскільки без розуміння реальних масштабів проблеми і своєчасного вжиття відповідних заходів Україні не уникнути катастрофічних пожеж.

Основними причинами виникнення лісових пожеж в Україні є дія антропогенних чинників:

- необережна або недобросовісна діяльність населення, неорганізованих відпочивальників і туристів на тлі відповідних природних умов;

- низький рівень свідомості та вихованості населення щодо бережливого ставлення до лісу;

- недостатня оснащеність лісгосподарських підприємств новою ефективною протипожежною технікою та відсутність належного фінансування щодо запровадження інноваційного міжнародного досвіду із попередження лісових пожеж;

- низький рівень роботи щодо виявлення та притягнення винуватців лісових пожеж до відповідальності;

- недостатня організаційна робота із своєчасної мобілізації сил і засобів у несприятливих екологічних умовах спричиняє значне пошкодження або загибель лісів і, як наслідок, необхідність збільшення санітарно-оздоровчих заходів у лісах.

Основними природними чинниками виникнення пожеж є блискавки та самозаймання у спекотну та суху погоду [7-8,13].

Оскільки внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС понад 3,5 млн. га лісових земель України потрапили в зону радіоактивного забруднення, на сьогоднішній час близько 35 % лісів України перебувають в зоні радіоактивного забруднення різної інтенсивності [16]. Найбільші площі радіоактивно забруднених лісових екосистем знаходяться в Житомирській (974,3 тис. га), Рівненській (728,8 тис. га), Чернігівській (725,5 тис. га) та Київській (416,4 тис. га) областях. У Черкаській, Вінницькій, Волинській, Сумській та Хмельницькій областях площа радіоактивно забруднених лісових екосистем становить 10-20% від їх загальної площі [13].

Щільність радіоактивного забруднення в лісах у середньому на 25–30% вища, ніж на неозелених територіях [17]. Оскільки в післяаварійний період ліси виконали функцію потужного бар'єру, поглинувши значну кількість радіонуклідів та захистивши тим самим від радіоактивного забруднення поверхневі і ґрунтові води, а також суміжні ландшафти, лісгосподарська діяльність була заборонена на площі майже 52,5 тис. га. [13, 16-17].

Повна або часткова відсутність догляду за лісовими насадженнями прискорила процеси самозрідження, властиві для як порід природного, так і штучного походження. Внаслідок боротьби за існування із переходом деревостанів у старші вікові групи зменшувалася кількість дерев на одиницю площі, накопичу-

вався сухостій. Збільшилися запаси лісової підстилки, нагромаджувався опад (відмерла хвоя, листя, дрібні гілки, кора, швидкість розкладу яких уповільнена). Сухостійні дерева поступово під впливом природних чинників втрачали верхівки, які, падаючи на ґрунт, утворювали валіж. Усі ці фактори сприяли розвитку осередків шкідників та хвороб лісу. Унаслідок значного накопичення лісових горючих матеріалів зростає пожежна небезпека, а важкодоступність лісових насаджень через захаращеність або заблокованість доріг збільшує час виявлення, тривалість гасіння пожеж та дозові навантаження особового складу пожежних підрозділів, залучених на гасіння пожежі [7, 15-16].

Заборона чи обмеження лісгосподарської діяльності призвела до накопичення лісових горючих матеріалів і погіршення протипожежного стану хвойних лісів, що створює ризик виникнення великих лісових пожеж, у тому числі верхових, температура полум'я яких може досягати 900-1200°C, а кількість винесених радіонуклідів з екосистеми за цих умов є найбільшою. Під час верхових пожеж ¹³⁷Cs, накопичений в органах дерев, надходить в атмосферу у вигляді аерозольних частинок, які є відкритими джерелами радіоактивного опромінення. Унаслідок верхових пожеж залежно від часу, що минув після інтенсивних радіоактивних випадів, може вивільнитись від 10-20 до 100 % радіонуклідів із загального запасу лісової екосистеми. Найбільше винесення спостерігається після первинного радіоактивного забруднення, коли радіоактивні частинки перебувають на поверхні рослинності.

Встановлено [19], що близько 70-90 % Cs осідає на частинках, розмір яких менший 4,0 мкм. Ці конденсаційні радіоактивні аерозолі виносяться із місця пожежі, їх концентрація в повітрі залежить від щільності радіоактивного забруднення території та інтенсивності пожежі. Наприклад, під час великих пожеж концентрація Cs в повітрі може підвищуватися в десятки і навіть сотні разів. Під час підземних пожеж на торфовищах, коли торф вигорає повністю, всі радіонукліди, що містяться в ньому, можуть переходити в аерозольний стан. Під час низових пожеж, коли горить сухий ґрунтовий покрив за температури близько 700°C, вивільнюється приблизно 5-20 % загального запасу радіонуклідів лісових насаджень.

Лісові пожежі порушують надійне депонування радіоактивних частинок у лісових екосистемах. Оскільки рослини гинуть, їхня коренева система більше не накопичує радіонукліди в кореновому шарі ґрунту, тому рухомі форми радіонуклідів перерозподіляються через профіль ґрунту в результаті вертикальних процесів міграції. Стронцій є більш рухливим, ніж Цезій. Через його вертикальну міграцію з потоком вологи ґрунту він інтенсивно мігрує з мінерального шару горизонту ґрунту, як вниз за профі-

лем, так і в рослини через їхню кореневу систему [13-15].

За умови виникнення пожеж потоки радіонуклідів разом із димом (тривалість життя радіоактивної димової хмари у нижній тропосфері - менше тижня, у верхній тропосфері – близько місяця) можуть переноситися вітром на сотні та тисячі кілометрів. У результаті підвищується загроза надходження радіонуклідів інгаляційним шляхом не тільки для пожежних, але й для населення відносно віддалених регіонів. Лісові пожежі, які регулярно виникають у зонах радіаційного забруднення, являють загрозу національній безпеці та транскордонного перенесення [5].

Унаслідок винесення радіоактивних частинок із зони пожежі зростає ризик забруднення трофічних ланцюгів та опромінення населення в результаті перорального надходження (рис. 2).



Рис. 2 Розподіл радіоактивних продуктів згорання в навколишньому середовищі.

Fig. 2. Environmental distribution of radioactive combustion products.

Залучення радіонуклідів у харчові ланцюги на радіоактивно забруднених територіях не завжди призводить до перевищення дози опромінення окремих осіб, проте зумовлює опромінення великого контингенту населення низькими дозами, що визначає ймовірність віддалених радіобіологічних ефектів. За цих умов істотним чинником радіаційної загрози та основним критерієм радіоекологічної безпеки виступає колективна еквівалентна доза опромінення населення, яка визначається кількістю дозоутворюючих радіонуклідів, що містяться у виробленій на забрудненій території рослинній продукції.

Ратифікація Україною Конвенції про транскордонне забруднення повітря ставить перед державою додаткові вимоги щодо дотримання природоохоронного законодавства із захисту атмосферного повітря, реалізації природоохоронних заходів та ведення еко-

логічного моніторингу відповідно до прийнятих у країнах ЄС [5].

Унаслідок радіоактивного забруднення лісових екосистем спостерігається зниження інвестиційних перспектив у лісову промисловість, що проявляються як в прямих факторах, пов'язаних з підвищенням фоновому випромінювання, забрудненням лісових ґрунтів, перевищенням допустимих концентрацій радіонуклідів у лісових ресурсах (гриби, ягоди, луки) так і непрямих, пов'язаних із зниженням біологічної стійкості та підвищенням пожежонебезпечності лісових екосистем внаслідок обмеження лісового господарства, необхідністю додаткових витрат на забезпечення радіаційного захисту під час польових робіт та гасіння лісових пожеж.

Біологічний кругообіг радіоактивних речовин у лісових екосистемах може також порушуватись за лісогосподарської діяльності людини, що полягає у заходах лісовідновлення та лісорозведення, способах і технологіях рубок, переробленні деревини, заготівлі продукції лісу (ягід, м'яса мисливських тварин, лікарських рослин, сіна та випасання худоби, деревних соків, їстівних грибів, продуктів бджільництва тощо). З біомасою недеревної і деревної продукції лісу з природної екосистеми виносяться радіонукліди. Величина винесення залежить від інтенсивності ведення лісового господарства, кількості ягід і грибів, які збирає місцеве населення. Вона може становити від кількох десятків відсотка за рахунок збирання ягід і грибів до десяти-двадцяти відсотків (загального запасу в біоценозі) при суцільних рубках головного користування [16-17].

Запобігання поширенню радіонуклідів із радіоактивно забруднених лісових екосистем з метою дотримання безпеки населення і навколишнього середовища можливо досягти шляхом впровадження принципів екологічного менеджменту, тобто екологічно безпечного управління, за якого досягається оптимальне співвідношення між екологічними та економічними показниками. На основі опрацьованих літературних джерел [13-17] авторами виділено основні складові екологічного менеджменту радіоактивно забруднених лісових екосистем, які враховують вплив чинників на процеси міграції радіонуклідів, зокрема, протипожежні заходи, управління пожежогасінням, захист особового складу оперативно-рятувальних сил, задіяних на гасіння лісової пожежі (рис. 3). Особливе місце серед них займають протипожежні заходи, управління пожежогасінням та захист особового складу оперативно-рятувальних сил, задіяних на гасіння лісової пожежі. Основною небезпекою для пожежних, крім теплового впливу є наявність в повітрі дрібнодисперсного радіоактивного пилу, що зумовлює опромінення внаслідок інгаляційного надходження. Під час пожежі

відбувається формування дрібнодисперсного радіоактивного аерозолу за рахунок утворення попелу та конденсації радіонуклідів на різних носіях (наприклад – пил). Все це може призводити до збільшення приземної концентрації радіонуклідів в повітрі на 2-3 порядки. Величина інгаляційної дози опромінення залежить від запасу радіонуклідів у горючому матеріалі [19-20].



Рис. 3 Основні складові екологічного менеджменту радіоактивно забруднених лісових екосистем.

Fig. 3. Structure of environmental management for radioactive contaminated forest ecosystems.

Частка горючого матеріалу, що згорить, залежить від виду пожежі і класу пожежної небезпеки для різних погодних умов і змінюється від 0 % для деревини до 97 % для хвої чи листя. При цьому винесення ^{137}Cs з органічного матеріалу в аерозолі становить від 25 % до 75 %. Під час лугових і лісових пожеж у повітрі можуть бути присутні радіоактивні аерозолі мікронного і субмікронного розміру. Найбільш небезпечними є альфа-випромінюючі радіонукліди ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am , що піднімаються в повітря з мікронними частинками пилу та попелу.

Використання пожежної техніки під час гасіння лісових пожеж веде до руйнування верхнього шару ґрунту (2-4 см), де міститься переважна кількість радіонуклідів, що сприяє інтенсифікації міграційних процесів. Отже, аналізуючи небезпечні чинники, що виникають під час гасіння лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях (інгаляційне і зовнішнє опромінення особового складу, тепловий стрес, велика кількість продуктів повного і неповного згорання в зоні гасіння, задимлення, зневоднення, надмірна тривалість роботи без відпочинку), актуальним є розроблення системи заходів, пов'язаних з мінімізацією перебування особового складу пожежних підрозділів і

техніки в зоні гасіння пожежі, що може бути досягнуто за рахунок удосконалення управління пожежогасінням з використанням превентивних заходів, що включають обробку лісових масивів, лісосмуг вогнезахисними композиціями та прокладанням загорювальних смуг перед фронтом пожежі.

Щорічні збитки від лісових пожеж, у тому числі на радіоактивно забруднених територіях, народному господарству та навколишньому середовищу вказують на недосконалість технологій і технічних засобів, що використовуються для запобігання і активного гасіння лісових пожеж.

На тип пожежі, її інтенсивність, висоту полум'я, склад продуктів повного та неповного згорання безпосередньо впливають запаси лісових горючих матеріалів. Важливе значення також має і фракційний склад лісових горючих матеріалів. До складу ґрунтової групи лісових горючих матеріалів входять основні компоненти горіння: лісова підстилка, що складається із рослинних залишків, а також горючі матеріали в надґрунтовому покриві, що включають в себе траву та мох, лишайники, опад, дрібні гілки (діаметром до 7 мм). Соснові ліси мають досить добре розвинену лісову підстилку товщиною 3-6 см, яка суттєво впливає на поширення низової пожежі [20].

Тому запобігання та гасіння лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях є ключовим елементом екологічного менеджменту, що потребує розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо протипожежної охорони та управління лісами з дотриманням правил радіаційної безпеки для мінімізації дозових навантажень:

- від зовнішнього опромінення;
- від перорального споживання продукції лісу;
- від інгаляційного опромінення населення внаслідок пожеж;
- від інгаляційного і зовнішнього опромінення особового складу пожежних підрозділів.

Доза зовнішнього опромінення особового складу пожежних підрозділів може бути зменшена шляхом мінімізації часу перебування персоналу в умовах радіоактивного забруднення, використанням герметичних автомобільних кабін, засобів дистанційного керування інструментами, авіацією та удосконаленням управління пожежогасіння (рис. 5):

- виявлення (раннє запобігання та схвалений план пожежогасіння) оптимального розташування сил та засобів в залежності від наявності водосховищ, оптимізація маршрутів транспортних засобів до водосховищ;
- попередній аналіз сценаріїв поведінки вогню та просторової локалізації районів із найбільшим ризиком пожеж, інвентаризація наявних водних ресурсів, облаштування резервуарів, необхідних для припинен-

ня лісових пожеж, прокладання вогнезахисних профілактичних смуг;

- безпосередньо пожежогасіння - ліквідація пожежі на початковій стадії горіння з використанням ефективних гідродинамічно активних вогнегасних речовин та мінімізація опромінення персоналу, забезпечення оцінки дози його опромінення, проведення індивідуального дозиметричного контролю та моніторингу навколишнього середовища, захист особового складу підрозділів оперативно-рятувальних сил цивільного захисту (ОРСЦЗ);

- зниження пилоутворення - для мінімізації шкідливого негативного радіоактивного впливу на учасників пожежогасіння перспективним є застосування вогнегасних речовин на основі сольових форм полігексаметиленгуанідину, (ПГМГ) які сприяють утворенню на поверхні горючого матеріалу полімерних плівок та мають адсорбційні властивості;

- контроль індивідуальних доз особового складу пожежних підрозділів і використання засобів індивідуального захисту, використання респираторів та інших індивідуальних захисних засобів для органів дихання;

- ліквідація негативних наслідків (організація заходів щодо дезактивації).

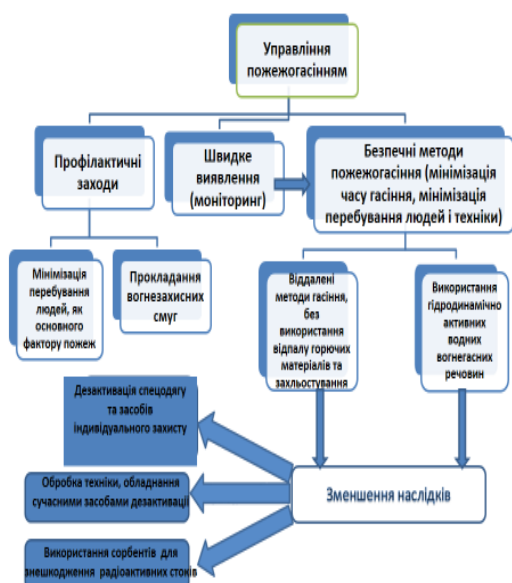


Рис. 4. Схема управління пожежогасінням радіоактивно забруднених лісових екосистем (розроблено авторами на основі власних досліджень та літературних джерел).

Fig. 4. Scheme of firefighting management for radioactive contaminated forest ecosystems (authors interpretation)

Під час гасіння лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях нормами безпеки МАГАТЕ [22] вимагається мінімізація опромінення персоналу, що пов'язано з реальним або потенційним опроміненням людей, а також забезпечення оцінки дози його опромінення, проведення індивідуального дозиметричного

контролю та моніторингу навколишнього середовища. Тому всі учасники пожежогасіння повинні бути адекватно екіпіровані персональним захисним обладнанням (індивідуальними дозиметрами, спеціальним одягом і взуттям, засобами індивідуального захисту органів дихання). Ступінь захисту особового складу залежить від величини забруднення зони, в якій проводиться ліквідація пожежі.

Основний внесок в дозу опромінення ліквідаторів пожежогасіння має зовнішнє опромінення під час знаходження на радіоактивно забрудненій території та інгаляційне надходження радіонуклідів від вдихання димових аерозолів □ продуктів згорання лісових горючих матеріалів, що є відкритими джерелами іонізуючого випромінювання.

Контрольний рівень зовнішнього опромінення для особового складу пожежних підрозділів під час роботи в Чорнобильській зоні відчуження становить 2,3 мЗв [22-24]. Ліміт ефективної еквівалентної дози (ЛДЕ) опромінення персоналу категорії А становить 20 мЗв·рік⁻¹. Прогнозована ефективна доза зовнішнього опромінення D дорівнює добутку тривалості роботи протягом певного часу (t) за потужності ефективної дози опромінення дорослої людини за час роботи Pt [25]:

$$D = Pt \cdot t \quad (1)$$

Таким чином, за встановленого ЛДЕ 20 мЗв/рік при 1700 годинах роботи протягом року (всі робочі дні), допустима доза від зовнішнього опромінення не має перевищувати 10 мкЗв/год. Прогнозована ефективна доза внутрішнього опромінення за рахунок інгаляційного надходження кожного радіонукліду D для дорослої людини (без використання засобів індивідуального захисту органів дихання) під час інтенсивної роботи протягом певного проміжку часу (t) може бути розрахована як добуток питомої об'ємної активності радіонукліду в повітрі A на об'єм повітря, що людина вдихає за час роботи Vt та на дозовий коефіцієнт B :

$$D = A \cdot B \cdot Vt. \quad (2)$$

При важкому фізичному навантаженні $Vt = 3\text{м}^3/\text{год}$. Максимальна ефективна доза на одиницю інгаляційного надходження радіонукліду B становить, Зв/Бк: $^{90}\text{Sr} = 1,5 \cdot 10^{-7}$; $^{137}\text{Cs} = 6,7 \cdot 10^{-9}$; $^{238-240}\text{Pu} = 4,3 \div 4,7 \cdot 10^{-5}$; $^{241}\text{Pu} = 8,5 \cdot 10^{-7}$; $^{241}\text{Am} = 3,9 \cdot 10^{-5}$.

Для обмеження внутрішнього опромінення персоналу вводиться допустиме надходження радіонукліда через органи дихання - річне надходження радіонукліда через органи дихання (допустимий рівень), яке забезпечує неперевищення ліміту дози для осіб категорії А (персонал) під час безпосереднього інгаляційного надходженні окремого радіонукліда на рівні,

Бк/год: $^{90}\text{Sr} = 3 \cdot 10^4$; $^{137}\text{Cs} = 1 \cdot 10^5$; $^{238-240}\text{Pu} = 60$; $^{241}\text{Pu} = 3 \cdot 10^3$; $^{241}\text{Am} = 70$.

Неперевищення допустимого рівня інгаляційного надходження радіонуклідів забезпечується за умови неперевищення допустимої концентрації в повітрі протягом всього робочого часу, Бк/м³: $^{90}\text{Sr} - 10$, $^{137}\text{Cs} - 60$, $^{238-240}\text{Pu} - 0.03$, $^{241}\text{Pu} - 1$, $^{241}\text{Am} - 0.03$.

З метою економії дози опромінення особового складу пожежних підрозділів авторами запропоновано спосіб гасіння лісової пожежі, що включає в себе використання гідродинамічно активної водної вогнегасної речовини [26, 27]. Запропонований спосіб дозволяє підвищити ефективність роботи систем пожегогасіння без використання додаткових засобів і суттєвої зміни їхньої конструкції та досягти скорочення термінів гасіння. Прокладання загороджувальних смуг перед фронтом пожежі, починаючи з тилу, сприяє утворенню на поверхні лісових горючих матеріалів інгібуючого шару, що уповільнює швидкість горіння на початковій стадії в 3-4 рази. Впровадження авторської розробки дозволить істотно скоротити час гасіння лісової пожежі та досягти істотної економії дози опромінення особового складу пожежних підрозділів, задіяних на гасіння лісової пожежі (табл. 1).

Табл. 1. Розрахунковий допустимий час роботи особового складу пожежних підрозділів під час гасіння лісової пожежі з використанням похідних ПГМГ

Table 1. Estimated permissible operating time of fire brigade personnel during forest fire extinguishing using PHMG derivatives

Потужність експозиційної дози, мкЗв/год	Дозове навантаження, мкЗв	Категорія А ІІ підгрупа (особовий склад пожежних підрозділів)		
		З використанням H ₂ O	З використанням похідних ПГМГ	
			Гасіння пожежі	Прокладання вогнезахисних смуг
Час роботи				
50	6,25	Не залучати	Не залучати	30 хв
10	5,8	35 хв	70 хв	140 хв
5	7,5	1,5 год	3 год	6 год
1	6,2	6,2 год	12,4 год	24,8 год
0,5	6,25	12,5 год	25,0 год	50 год
0,3		Без обмежень	Без обмежень	Без обмежень
Контрольний рівень зовнішнього опромінення мЗв/рік 2,3				

Особовий склад пожежних підрозділів оснащено захисним екіпуванням, яке включає каску, захисні окуляри і респиратор, міцне шкіряне взуття та пляшку з питною водою. З урахування попередніх досліджень [25] авторами розроблено рекомендації щодо оснащення особового складу пожежних підрозділів:

- під час гасіння лісових пожеж на територіях, забруднених радіонуклідами, їх концентрація в продуктах згорання збільшується в десятки та сотні разів, тому під час гасіння пожеж є потреба в захисті дихальної системи, шкіри та очей від твердих продуктів згорання (зола, не повністю спалені речовини, дим і пил).

- робота повинна проводитися тільки в захисному одязі (комбінезон), котрий після використання підлягає дезактивації або утилізації (захоронення) відповідно до норм радіаційної безпеки;

- транспортні засоби, які використовуються для доставки персоналу до робочих місць, підлягають дезактивації спеціальними засобами не рідше одного разу на зміну;

- питна вода та гаряча їжа повинні бути доставлені на робочі місця в закритих посудинах та вакуумних пляшках; їжа повинна бути додатково запакована в пластикові пакети;

- після закінчення робіт комбінезони та взуття запаковуються в спеціальні мішки та поміщаються в ізольовані контейнери;

- руки, обличчя, очі, вуха і носоглотка повинні бути ретельно промиті, для цього необхідно мати запас чистої води;

- захисний одяг повинен бути виготовлений з матеріалу, що не має адсорбційних властивостей з метою запобігання радіоактивному пиловому забрудненню. Головні убори повинні бути виготовлені з матеріалів, які може легко знезаражуються (дезактивуються).

Надходження радіонуклідів в організм перкутанним шляхом (через шкіру) можливий як через пошкоджені, так і неушкоджені ділянки шкіри. Перкутантна інкорпорація радіонуклідів прямо пропорційна часу контакту радіоактивних матеріалів зі шкірою.

При дезактивації забруднених ділянок шкіри слід використовувати звичайні миючі засоби, а також запропоновано використання спеціальних дезактивуючих розчинів на основі солей полігексаметиленгуанідину «Полідез», «Тонік антисептичний «Біоцид плюс»».

Робота в таких умовах вимагає збалансування типів захисту, наприклад, повнокомплектний протипожежний костюм дуже добре захищає від прямого впливу тепла та опіків, але може дуже швидко стати причиною теплового стресу через слабе відведення тепла від тіла.

Найкращими матеріалами для виготовлення одягу пожежного є шерсть та бавовна. Більшість синтетичних матеріалів не відводять тепло від тіла, можуть спалахнути або розплавитися під дією тепла. Товщина матеріалу є основним фактором у зменшенні кількості

тепла, переданого до тіла. Шари одягу і повітряні прошарки між шарами можуть створити подібний бар'єр.

Вільно зіткана тканина (наприклад, шерсть) добре ізолює від променевого тепла і дозволяє видаляти тепло від тіла. Щільно зіткана тканина (наприклад, джинсова) є поганим ізолятором від променевого тепла і погано відводить його від тіла, хоча має хорошу зносостійкість і міцність до розривів.

Крім того, одяг, що використовуються під час гасіння лісових пожеж, в тому числі на радіоактивно забруднених територіях, повинен включати:

- безпечний шолом та одяг, що захищає шию;
- товсту сорочку з довгими рукавами і довгі штани з товстої тканини або протипожежний комбінезон;
- шкіряні або інші відповідні черевики з бавовняними носками;
- бавовняні або брезентові рукавиці;
- бавовняну білизну;
- манжети брюк, сорочки, комбінезона та шия повинні бути відкритими, це дозволяє повітрю циркулювати, а поту випаровуватися, зменшуючи ризик небезпечного накопичення тепла.

Також важливим є екіпірування, що захищає слух і зір, оскільки роботи проводяться в середовищі з високим рівнем шумового навантаження (насоси, силове обладнання, важка техніка), а протипилові захисні окуляри і маски зменшують дискомфорт, коли рятувальники знаходяться в задимлених умовах із високим вмістом пилу. З метою зменшення пилоутворення при проведенні догасіння рекомендовано використовувати 1% розчини поверхнево-активних речовин гуанідинового ряду.

Невеликий рюкзак з додатковим одягом, висококалорійною їжею, водою, засобами дезінфекції та першої медичної допомоги повинен бути передбачений для персоналу рятувальників, що працюють у віддалених місцевостях та можуть перебувати там досить довгий час.

Висновки.

1. Реалізація заходів з підвищення екологічної безпеки лісових екосистем України полягає у поєднанні екологічних, економічних та соціальних складових національної системи лісоуправління шляхом впровадження основних принципів екологічного менеджменту.

2. Основними чинниками пошкодження та зменшення площ лісових екосистем України є незбалансованість системи лісового господарства, вплив несприятливих погодних-кліматичних умов, хвороби лісу, пошкодження шкідниками та лісові пожежі. Пожежі виступають другим (після вирубки) за значущістю чинником знецінення території.

3. Екологічна безпека радіоактивно забруднених лісових екосистем передусім визначається їх пожежо-небезпечністю. Лісові пожежі на радіоактивно забруднених територіях є провідним чинником перерозподілу (поширення, міграції) радіонуклідів між компонентами навколишнього природного середовища, що веде до збільшення дозових навантажень на населення та особовий склад пожежних. Унаслідок лісових пожеж радіонукліди у складі аерозолів диму та пилу в сукупності з газоподібними продуктами згорання виносяться в повітря, створюючи небезпеку радіоактивного опромінення учасників пожежогасіння та вторинного забруднення відносно чистих територій.

4. Показано можливі шляхи удосконалення екологічного менеджменту радіоактивно забруднених лісових екосистем України шляхом зменшення інтенсивності міграції техногенних радіонуклідів та виведення їх за межі лісових екосистем внаслідок пожеж за рахунок удосконалення управління пожежогасінням (віддалені, безпечні, запобігання пожежам, моніторинг, постійні профілактичні заходи), зокрема використання гідродинамічно активних водних вогнегасних речовин з одночасним прокладанням перед фронтом пожежі загороджувальних смуг на основі гуанідинових полімерів.

5. Авторами запропоновано низку заходів щодо зменшення дозового та теплового навантаження особового складу пожежних підрозділів. Ці заходи полягають у використанні нової гідродинамічно активної водної вогнегасної речовини для пожежогасіння з одночасним прокладанням перед фронтом пожежі загороджувальних смуг; обробленні уражених (радіоактивно забруднених) ділянок шкіри спеціальними дезактивуючими розчинами «Полідез», «Тонік антисептичний «Біоцид плюс»».

Перспективи подальших досліджень. Розробка функціональних матеріалів та дослідження їх властивостей з метою використання в екологічних технологіях, пов'язаних з регенерацією забруднених вододжерел та ремедіації ґрунтів для забезпечення екологічної безпеки України.

Література

1. Адамовський О.М. Еволюція підходів до менеджменту лісових екосистем / О.М. Адамовський . Збірник науково-технічних праць НЛУУ - 2014. – Вип. 24.2 □ С. 102-108.
2. Экосистемы благосостояние людей: рамки оценки. Island Press. Washington. Kovel. London. World Resources Institute 2005. [Электронный ресурс]. – Доступный с http://www.unep.org/maweb/documents/MA_A_framework_for_Assessment_RUS.pdf.
3. Forest Ecosystem Management Assessment / J.W. Thomas [et al.]. Forest ecosystem management: an ecological, economic, and social assessment. U.S. Government Printing Office. – 1993. – 1000 p.

4. Концепція реформування та розвитку лісового господарства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/208-2006-%D1%80>.
5. Регулювання екологічної безпеки транскордонного регіону в умовах євроінтеграції України (наукова доповідь) / [В.С. Кравців, П.В. Жук, І.А. Колодійчук та ін.]; НАН України. ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долишнього»; [наук. ред. В.С. Кравців]. – Львів, 2015. – 121 с.
6. Дребот О.І. Збалансований розвиток лісового сектору економіки в контексті європейської інтеграції України: [монографія] / О.І. Дребот, М.Х. Шершун, О.І. Шкуратов. – К.: Аграрна наука, 2014. – 317 с.
7. Горбик В.М. Проблеми та напрями вдосконалення державної політики управління збалансованим розвитком лісгосподарського потенціалу регіонів / В.М. Горбик. The 9th International conference —Science and society (February 1, 2019) Accent Graphics Communications & Publishing, Hamilton, Canada. 2019. 1359 p.
8. Фурдичко О.І. Лісова галузь України у контексті збалансованого розвитку теоретико-методологічні, нормативно-правові та організаційні аспекти : [монографія] / О.І. Фурдичко, В.В. Лавров. – К. : Основа, 2009. – 424с.
9. Угода про Асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії та їхніми державами-членами, з іншої сторони, ратифіковано Законом України № 1678-VII від 16.09.2014 http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/984_011.
10. Пропозиції щодо формування Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на 2016-2020 роки (другий проект) / Міністерство екології та природних ресурсів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.menr.gov.ua>
11. Лісовий кодекс України Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3852-12>.
12. Терещенко В.В. Противопожарная защита и тушение пожаров (леса, торфа, лесосклады)/ В.В. Терещенко, Н.С. Артемьев, В.А. Грачев, О.Ю. Сабинин. – Кн. 6. – М., 2006. – 294с.
13. Наукові засади захисту населення і територій від наслідків лісових пожеж з радіаційно небезпечними факторами: монографія /С.І. Азаров, С.А. Єременко, В.Л. Сидоренко та ін.; за заг. ред. П.Б. Волянського. – К.: ТОВ "Інтердрук", 2016. – 203с.
14. Мінімізація радіаційних наслідків лісових пожеж після Чорнобильської катастрофи на основі еколого-інформаційного моніторингу: монографія / О. І. Бондар, С. І. Азаров, В. М. Ващенко та ін.; за заг. наук. ред. О. І. Бондаря – Херсон: Гринь Д.С., 2016. – 300 с.
15. Дворник А. А. Радиоактивное загрязнение воздуха в результате лесных пожаров и его опасность для здоровья человека /А. А. Дворник, А. М. Дворник, Р. А. Король и др.. Радиация и риск. Т. 25. №2– 2016. С. 100-108.
16. Прикладна радіоекологія лісу / [Краснов В.П., Орлов О.О., Бузун В.О., Ландін В.П., Шелест З.М.] Під ред.д.с.-г.н., проф. Краснова В.П. – Монографія. – Житомир: «Полісся», 2007. – 680с.
17. Основи лісової радіоекології / [Патлай І.М., Давидов М.М., Ландін В.П. та ін.] - Київ: Ярмарок, 1999. – 251с.
18. Смирнов А.П. Лесная пирология: Учебное пособие / А. П. Смирнов, Е. С.Мельников// СПб: СПбГЛТА.– 2006. –60с .
19. Resuspension and redistribution of radionuclides during grassland and forest fires in the Chernobyl exclusion zone: part I. Fire experiments /Yoschenko V.I., Kashparov V.A., Protsak V.P., Lundin S.M.. Journal of Environmental Radioactivity. -2006. - V. 86. - P.143-163.
20. Дворник А. А. Радиоактивное загрязнение воздуха в результате лесных пожаров и его опасность для здоровья человека /А. А. Дворник, А. М. Дворник, Р. А. Король и др.. Радиация и риск. Т. 25. №2– 2016. С. 100-108.
21. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Interim edition. General Safety Requirements Part 3 No. GSR Part 3 (Interim), IAEA, Vienna, 2011, 303p.
22. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ – 97). – Державні гігієнічні нормативи. ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. – Видання офіційне. – Київ: Комітет з питань гігієнічного регламентування МОЗ України, 1998. – 135 с.
23. Норми радіаційної безпеки України затверджені наказом МОЗ України від 02.02.2005 № 54.
24. Положение о контроле индивидуальных доз облучения персонала зоны отчуждения, введенное в действие приказом начальника ДД-АЗВ и ЗБ(О)В от 15.06.2010 № 54.
25. Руководство для участников тушения лесных пожаров в белорусском и украинском секторах зоны отчуждения Чернобыльской АЭС/ В.Усеня, Й.Г. Голдаммер, В.Кашпаров и др. Фрайбург - Гомель – Киев –2016. 70 с.
26. Застосування гуанідинових полімерів для превентивної протипожежної обробки лісових насаджень: пат. на корисну модель 137115 UA/ Т.В. Магльована, В.В. Долін.– № u 201901513; заявл.15.02.2019; опубл. 10.10.2019, Бюл. №19.
27. Спосіб гасіння лісових пожеж: пат. на корисну модель 136998 UA/ Т.В. Магльована, В. В. Долін. – №u 201902569; заявл. 18.03.2019; опубл. 25.09.2019, Бюл. №18.

References

1. Adamovsky O.M. (2014) *Zb.nauk.-tekhn.pr. NLUU*, Vyp. 24.2, Lviv, UA, pp. 102– 108.
2. *Ekosistemy i blagosostoyaniye lyudey: ramki otsenki.* (2005) Island Press. Washington. Kovel. London. World Resources Institute
3. J.W. Thomas [et al...] (1993) *Forest Ecosystem Management Assessment* pp.1000.
4. Kontseptsiya reformuvannya ta rozvytku lisovoho hospodarstva Ukrainy.
5. Kravtsiv, V.S., Zhuk, P.V., Kolodiychuk, I.A. (2015), *Sciences. ed. V.S. Tailors.*, Lviv, UA, pp.121.
6. Drebota, O.I., Shershun, M.Kh., Shkuratov, O.I. (2014) *Zbalansovanyy rozvytok lisovoho sektoru ekonomiky v konteksti yevropeys' koyi intehratsiyi Ukrainy*: [monohrafiya], Kyiv, UA, 317p.
7. Horbyk, V.M. (2019) *The 9th International conference —Science and society Accent Graphics Communications & Publishing*, Hamilton, Canada. pp.1359.
8. Furdychko, O.I. and Lavrov, V.V. (2009) *Lisova*

haluz' Ukrayiny u konteksti zbalansovanoho rozvytku teoretyko-metodolohichni, normatyvno-pravovi ta orhanizatsiyni aspekty: [monohrafiya], Kyiv, UA, 424p.

9. Uhoda pro Asotsiatsiyu mizh Ukrainoyu, z odniyei storony, ta Yevropeys' kym Soyuzom, Yevropeys' kym spivtovarystvom z atomnoyi enerhiyi ta yikhnimy derzhavamy-chlenamy, z inshoyi storony (2014). http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/984_011.

10. Propozytsiyi shchodo formuvannya Natsional' noho planu diy z okhorony navkolyshn' oho pryrodnoho seredovyscha na 2016-2020 roky (druhyy projekt) <http://www.menr.gov.ua>

11. Lisovyy kodeks Ukrayiny [Elektronnyy resurs] <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3852-12>.

12. Terebnev, V.V., Artemyev, N.S., Grachev, V.A., Sabinin, O.Yu. (2006) *Protivopozharnaya zashchita i tusheniye pozharov (lesa, torfa, lesosklady)*, Moscow, RU, 294p.

13. Azarov, S.I., Eremenko, S.A., Sidorenko, V.L and others; for the total. ed. Volyansky P.B. (2016) *Naukovi zasady zakhystu naselemya i terytoriy vid naslidkiv lisovykh pozhezh z radiatsiyno nebezpechnymy faktoramy*, Interdruk, Kyiv, UA, 203p.

14. Bondar, O. I., Azarov, S. I. Vashchenko, V. M. (2016) *Minimizatsiya radiatsiynykh naslidkiv lisovykh pozhezh pislya Chornobyl' s' koyi katastrofy na osnovi ekoloho-informatsiynoho monitorynhu*: monohrafiya; za zah. nauk. red. O. I. Bondarya, Kherson, UA, 300p.

15. Dvornik, A.A., Dvornik, A.M., Korol, R. A., Shamal, N. V., Gaponenko, S.O., Bardukova, A.V. (2018) *Aerosol Science and Technology*, Vol. 52, № 8, pp. 923–932.

16. Krasnov, V.P., Orlov, O.O., Buzun, V.O., Landin, V.P., Shelest, Z.M. (2007) *Prykladna radioekolohiya lisu*, monohrafiya. za zah. red. Krasnova V.P., Zhytomyr, UA, 680p.

17. Patlay, I.M., Davydov, M.M., Landin V.P. (1999) *Osnovy lisovoyi radioekolohiyi* Kyiv, UA, 251p.

18. Smirnov, A.P., Melnikov, E. S. (2006) *Lesnaya pirologiya: Uchebnoye posobiye*, Petersburg, RU, 60p.

19. Yoschenko, V.I., Kashparov, V.A., Protsak V.P., Lundin, S.M., Levchuk, S.E., Kadygrib, A.M., Zvarich, S.I., Khomutinin, Yu.V., Maloshtan, I.M., Lanshin, V.P., Kovtun, M.V. (2006) *Journal of Environmental Radioactivity*. Vol. 86, pp. 143-163.

20. Dvornik, A.A., Dvornik, A.M., Koroletal, R. A. (2016), *Radiation and risk*, T. 25, №2, pp. 100–108.

21. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Interim edition. General Safety Requirements Part 3 No. GSR Part 3 (Interim), IAEA (2011), Vienna, 303p.

22. *Normy radiatsiynoyi bezpeky Ukrayiny* [Norms of radiation safety of Ukraine], (1998) 6.6.1.-6.5.001-98, Kyiv, UA, 135 p.

23. *Nakaz MOZ Ukrayiny (2005) № 54 «Pro zatverdzhennya derzhavnykh sanitarnykh pravyl «Osnovni sanitarni pravyla zabezpechennya radiatsiynoyi bezpeky Ukrayiny»* 6.177-2005-09-02.

24. *Polozheniye o kontrole individual'nykh doz oblucheniya personala zony otchuzhdeniya, vvedennoye v deystviye prikazom nachal'nika DD-AZV i ZB(O)V* (2010) № 54.

25. Usenya, V., Goldammer, Y-G., Kashparov, V. and others: (2016) *Rukovodstvo dlya uchastnikov tusheniya lesnykh pozharov v belorusskom i ukrainskom sektorakh zony otchuzhdeniya Chernobyl'skoy AES*, Freiburg - Gomel - Kyiv, 70p.

26. Maglyovana, T.V., Dolin, V.V. *Zastosuvannya huaindynovykh polimeriv dlya preventyvnoyi obrobky lisovykh nasadzen'*. Patent UA, N 137115; 2019 (in Ukraine).

27. Maglyovana, T.V., Dolin, V.V. *Sposib hasinnya lisovykh pozhezh*. Patent UA, N 136998; 2019 (in Ukraine).

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ УКРАИНЫ

Маглеваная Т.В., к.х.н., доц., Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины
Долин В.В., докт. геол. н., проф., ГУ «Институт геохимии окружающей среды» НАН Украины

В статье рассмотрены проблемные вопросы, касающиеся реализации экологического менеджмента и особенности его ведения в лесном хозяйстве на радиоактивно загрязненных территориях Украины. Проанализированы современные требования и рекомендации нормативных документов Украины и ЕС по природоохранной деятельности и сохранения биоразнообразия. Анализ данных спутниковой системы MODIS показал существенное влияние лесных пожаров, в частности на радиоактивно загрязненных территориях, на уменьшение площадей лесных экосистем. Пожары являются вторым по значимости, после вырубки, фактором уменьшения площадей лесных экосистем. Экологические проблемы радиоактивно загрязненных лесных экосистем можно преодолеть только при условии усовершенствования подходов, методик, стандартов с позиций экологического менеджмента. Показано, что основой экологического менеджмента радиоактивно загрязненных лесных экосистем является повышение их пожарной безопасности. Предотвращение и тушение лесных пожаров на радиоактивно загрязненных территориях является ключевой проблемой экологического менеджмента, требует разработки системы научно обоснованных мер противопожарной охраны и управления лесами, эффективных методов управления пожаротушением (отдаленные, безопасные, предотвращение пожаров, мониторинг, постоянные профилактические мероприятия), предотвращения чрезмерного облучения персонала и населения от различных источников, вторичного распространения радионуклидов вследствие пожаров на относительно чистые территории. В результате лесных пожаров радионуклиды в составе аэрозолей, газообразных продуктов сгорания (дыма и пыли) выносятся из лесных экосистем, создавая источник внешнего облучения, ингаляционного и перорального поступления радионуклидов. При этом теряется депонированная функция леса и увеличивается миграционная способность радионуклидов. Предложены меры по уменьшению дозы облучения личного состава пожарных подразделений при тушении лесного пожара, что возможно достичь с использованием гидродинамически активных водных огнетушащих веществ с одновременным прокладыванием перед фронтом пожара заградительных полос на основе солей полигексаметиленгуанидина.

Ключевые слова: экологический менеджмент, пожароопасность, лесные экосистемы, радиоактивное загрязнение, пожаротушения, водные огнетушащие вещества, полигексаметиленгуанидин.

KEY ISSUES FOR ECOLOGICAL MANAGEMENT OF RADIOACTIVE CONTAMINATED FOREST ECOSYSTEMS IN UKRAINE

Maglyovana T.V., Ph.D., Associate Professor, Cherkasy Fire Safety Institute named after Heroes of Chernobyl, National University of Civil Protection of Ukraine, maglovana_t@ukr.net

Dolin V. V. D. Sc. (Geol.), SI “Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine”

The article discusses problematic issues related to the implementation of the environmental management and its specific features in forestry in the radioactively contaminated territories of Ukraine. The modern requirements and recommendations of regulatory documents of Ukraine and the EU on environmental protection and biodiversity conservation are analyzed. Analysis of the MODIS satellite system data showed a significant effect of forest fires, in particular in radioactively contaminated areas, on the decrease of the forest ecosystem areas. Fires are the second most important factor, after deforestation, of the forest ecosystem reduction. Ecological problems of radioactively contaminated forest ecosystems can be overcome only with the improvement of approaches, methods, and standards from the standpoint of the environmental management. It is shown that the basis of the environmental management of radioactively contaminated forest ecosystems is to increase their fire safety. Prevention and suppression of forest fires in radioactively contaminated areas is a key environmental management problem. It requires development of a system of scientifically based fire protection measures and forest management, effective fire extinguishing management methods (remote, safe, fire prevention, monitoring, and ongoing preventive measures), preventing excessive exposure of personnel and the public from various sources, the secondary spread of radionuclides due to fires into relatively clean areas. As a result of forest fires, radionuclides in the aerosols, gaseous products of combustion (smoke and dust) are removed from forest ecosystems, creating a source of external exposure, inhalation and ingestion of radionuclides. In this case, the depositing function of the forest is lost and the migration ability of radionuclides increases. Measures have been proposed to reduce the radiation dose of the personnel of the fire departments during extinguishing a forest fire, which can be achieved using hydrodynamically active water extinguishing agents with the simultaneous laying of barriers based on polyhexamethylene guanidine salts in front of the fire front.

Keywords: environmental management, fire hazard, forest ecosystems, radioactive pollution, fire extinguishing, water extinguishing agents, polyhexamethylene guanidine.