

А. Д. Кузик¹, Д. В. Лагно²

¹Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

²Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ЛІКВІДАЦІ ПОЖЕЖІ У ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ ЛІСАХ НА ТЕРИТОРІЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

Постановка проблеми. Лісові пожежі є небезпечним для людей і довкілля. Для їх гасіння потрібні відповідні людські і матеріальні ресурси. Особливо небезпечними є пожежі в Чорнобильській зоні, забрудненій радіонуклідами.

Метою роботи є аналіз причин виникнення лісових пожеж в Чорнобильській зоні відчуження, особливостей їх ліквідації з урахуванням безпеки радіоактивного випромінювання та засобів захисту.

Основні результати. Причини виникнення пожеж в лісах Чорнобильської зони відчуження є природні та антропогенні. Захаращеність лісових територій створює передумови для виникнення і поширення пожеж. Причинами поганого догляду є радіаційне забруднення лісів. Виникненню пожеж сприяють незаконна лісозаготівля та нелегальні відвідувачі зони відчуження.

У випадку виникнення пожеж радіоактивні елементи у складі пилу та продуктів горіння поширюються на значні відстані. Радіонукліди потрапляють на поверхню шкіри пожежників, а також всередину організму внаслідок дихання. Їх поширенню сприяє і запиленість, яка виникає внаслідок переміщення людей, техніки, роботи ручних і механічних засобів. Для обрання способів гасіння лісових пожеж в умовах радіоактивного забруднення потрібно враховувати необхідність уникнення або мінімізацію безпосереднього контакту пожежників з радіоактивними матеріалами. Кожен з традиційних способів гасіння пожеж має свої переваги і недоліки з урахуванням вартості, ефективності та дотримання безпеки. Наведено аналіз способів гасіння: захлюстування полум'я, гасіння водою закидання ґрунтом полум'я, гасіння вибухом, створення мінералізованих смуг, зустрічний пал, використання пожежної авіації, виклик штучних опадів.

Пожежники, які гасять пожежу в умовах радіації, повинні використовувати відповідний захисний одяг та засоби індивідуального захисту органів дихання.

Висновки і рекомендації. Для ліквідації лісової пожежі в радіаційно забрудненій зоні потрібно вибрати належний спосіб гасіння з урахуванням безпеки, пов'язаної з радіацією, і застосовувати відповідні засоби захисту. Пожежна авіація дає змогу ліквідувати пожежу, уникнувши безпосереднього контакту пожежників з радіаційно забрудненим середовищем.

Ключові слова: лісова пожежа, чорнобильська зона, радіаційна безпека, способи гасіння, засоби захисту органів дихання, захисний одяг.

Постановка проблеми. З кожним роком проблема пожеж, які виникають в природних екосистемах, зокрема в лісах, привертає до себе все більше уваги, адже наслідки цих пожеж суттєво зменшують площі лісів, змінюють кліматичні умови в світі. Лісова пожежа залежно від її інтенсивності, погодних умов, характеристик лісових горючих матеріалів іноді може бути позитивним фактором для розвитку лісу, але здебільшого фатальним, що призводить до знищення екосистеми як такої [1,2]. Це і відображається у принципах лісопожежної політики, які регулюють лісове господарство, охорону довкілля, безпеку людей та інфраструктури.

Проблема охорони лісів від пожеж – одна з найскладніших, що вирішуються працівниками лісового господарства, які здійснюють функції з захисту лісів від пожеж, а у випадку їх виникнення – ліквідовують, у більшості випадків спільно з підрозділами ДСНС України. Особливо напруженою є ситуація у східних та південних областях, де внаслідок масштабного лісорозведення на сотнях тисяч гектарів створені штучні насадження хвойних порід. Значно підвищує пожежну небезпеку постійне зростання рекреаційного навантаження на ліси [3]. Однак найбільшу проблему становлять пожежі в лісах, забруднених радіонуклідами на території зони відчуження внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

Аварія на ЧАЕС навесні 1986 р. сколихнула весь світ, спричинивши випадання величезної кількості радіації у вигляді радіоактивних аерозолів – приблизно $5 \cdot 10^{15}$ Бк, з яких $3 \cdot 10^{13}$ Бк припадає на трансуранові елементи. Значення найбільшої густини забруднення ґрунту сягають для ^{137}Cs понад $8 \cdot 10^{12}$ Бк/км², для ^{90}Sr – $7 \cdot 10^{12}$ Бк/км² і плутонію – $3 \cdot 10^{10}$ Бк/км². В Чорнобильській зоні відчуження розташовані земельні ділянки, загальною площею 259 837,8 га (2 600 км²), у тому числі: лісові масиви – 139,7 тис. га; перелоги – 71,4 тис. га; болота – 6,5 тис. га; торфосховища – 5,8 тис. га [6]. У перші роки після катастрофи не було достатніх знань про властивості і поведінку радіоактивних частинок, тому дати оцінку, щодо масштабності цієї події було неможливо. Згодом постало питання щодо впливу радіоактивного забруднення на навколишнє середовище, особливо прилеглих територій лісів. Гостро постає питання гасіння пожеж в Чорнобильській зоні, які регулярно виникають у зонах радіаційного забруднення і є найбільш небезпечним явищем у лісах на цій території.

Метою роботи є аналіз причин виникнення лісових пожеж в Чорнобильській зоні відчуження, особливостей їх ліквідації з урахуванням небезпеки радіоактивного випромінювання та засобів захисту.

Викладення основного матеріалу

Основні причини горіння лісів.

Щорічно в світі реєструється кілька тисяч лісових пожеж. Від десяти до ста найбільш сильних пожеж мають катастрофічні наслідки. Виникають вони в результаті поєднання багатьох чинників. Причини лісових пожеж можуть бути природні або антропогенні. Близько 95 % пожеж в світі відбувається внаслідок діяльності людей, і лише 5 % – у результаті природних причин – екстремальних погодних умов (тривалих періодів спеки, посухи, сильного вітру), ударів блискавок, вивержень вулканів. Фактори, в результаті яких виникають лісові пожежі, є здебільшого антропогенними. Кількість лісових пожеж протягом ХХ століття істотно зросла. Однак пік кількості лісових пожеж у світі за всю історію спостереження припав на останнє десятиліття минулого століття. Цьому сприяло розширення землекористування та сільськогосподарської діяльності, що призвело до збільшення маси лісових горючих матеріалів на одиницю площі, а також до зростання кількості людських поселень в безпосередній близькості до лісових масивів. Почастішання природних ліх в усьому світі експерти пов'язують також з глобальним потеплінням і його наслідками [4].

Ще однією вагомою причиною виникнення та швидкого розповсюдження лісових пожеж є захаращеність лісових масивів. У постанові Кабі-

нету Міністрів України від 26 жовтня 2016 р. № 756 «Санітарні правила в лісах» [6] чітко прописані основні шляхи ліквідації захаращеності, але ситуація, яка складається на даний час не є найкращою. Ліквідація захаращеності здійснюється шляхом прибирання поваленого сухостою (з відхиленням стовбура більше ніж на 30 градусів від вертикальної осі) та хмизу. Саме сухостій відіграє велику роль у розповсюдженні лісових пожеж та наслідків, які можуть виникати під час масштабного загорання лісових угідь. В умовах радіаційного забруднення своєчасна ліквідація захаращеності ускладнена необхідністю захисту працівників від дії радіаційного випромінювання.

Однією з головних небезпек є те, що територія зони відчуження навколо Чорнобильської АЕС є доступною для нелегальних відвідувачів, які часто спричиняють пожежі. Також в зоні ведеться нелегальна лісозаготівля, під час якої також можуть виникати пожежі.

Відкритим залишається питання водопостачання в лісах, зокрема і на забруднених радіонуклідами територіях, адже під час гасіння саме таких видів пожеж є необхідність безперервної подачі вогнегасної речовини для своєчасної ліквідації та запобігання поширенню вогню на інші, прилеглі ділянки насаджень.

Для успішного запобігання та ліквідації лісових пожеж потрібно своєчасно та належним чином забезпечувати утримання пожежних веж, щогл, штучних протипожежних водойм, влаштування пірсів для забору води на природних водоймах, створення та утримання лісових пожежних станцій та забезпечення їх пожежною технікою, засобами пожежогасіння і зв'язку.

Аналіз традиційних методів виявлення і гасіння пожеж в умовах радіаційного забруднення. Гасіння пожежі – це діяльність, пов'язана з ліквідацією пожежі після її виявлення. В даний час, незважаючи на модернізацію вогнегасної техніки і розвиток нових методів боротьби з вогнем, гасіння пожежі все ще залишається трудомістким процесом, значна частина робіт в якому виконується вручну. Успішне гасіння пожежі безпосередньо пов'язано з своєчасним його виявленням і ефективним гасінням на початковій стадії, що дозволяє локалізувати пожежу раніше, ніж вона стане неконтрольованою.

Щоб своєчасно виявити пожежі необхідно посилювати спостереження, які здійснюються шляхом патрулювання, огляду лісових масивів з пожежних веж та щогл з використанням людських ресурсів або систем відеоспостереження, за допомогою пілотованих та безпілотних літальних апаратів, спостережень з космосу. В Чорнобильській зоні на теперішній час патрулювання ускладнене через радіаційну небезпеку для пра-

цівників, а тому створена і функціонує мережа спостережних вишок з встановленими відеокамерами, які дають змогу виявляти місця займання у лісах. Після виявлення пожежі вирішальне значення має швидке прибуття сил і засобів та їх розгортання для проведення початкової атаки. Застосовують в основному два тактичних прийоми гасіння пожеж: фронтальну і флангову атаки. Іноді здійснюють зустрічний відпал або створюють смуги, вільні від рослинності. Опорні лінії відпалу створюють на найбільш пологих ділянках або рідколіссі. В процесі гасіння використовують рельєф, річки, водойми та інші перешкоди для поширення вогню.

Для пожеж у Чорнобильській зоні характерні суттєві особливості, які ускладнюють гасіння лісів порівняно з масивами, не забрудненими радіонуклідами, а саме:

- ураження радіоактивним випромінюванням працівників лісового господарства та пожежників, які залучаються для гасіння такого роду пожеж;
- під час горіння радіонукліди мігрують, збільшуючи зону забруднення;
- необхідність використовувати особливий одяг та спорядження для захисту людей, що ускладнює проведення робіт з ліквідації загорання;
- дезактивація людей та техніки після проведення робіт.

Окрім впливу високої температури на пожежників гостро стоїть питання наявності в повітрі дрібнодисперсного пилу, який містить певний відсоток радіоактивних частинок, тому захист органів дихання потребує особливої уваги, оскільки можливе внутрішнє опромінення.

Під час гасіння пожеж на забрудненій радіонуклідами місцевості кожен із рятувальників повинен бути забезпечений індивідуальним дозиметром, спеціальним одягом і взуттям, засобами індивідуального захисту органів дихання.

При виконанні робіт в радіоактивній місцевості має бути постійний контроль за станом зовнішнього забруднення спеціального одягу рятувальників, техніки та обладнання. До початку роботи керівник гасіння пожежі повинен провести інструктаж з особовим складом і за наявними показниками опромінення скорегувати час роботи, щоб межа ефективної еквівалентної дози для кожного не перевищила значення у 20 мЗв [7]

Після проведення всіх заходів, пов'язаних з ліквідацією НС, необхідно перевірити показники рівня радіації особового складу, який залучався, та техніки і скерувати їх до стаціонарного пункту санітарної обробки для проведення дезактивації та визначення рівня забруднення організму радіацією. [8]

При гасінні лісових пожеж традиційно використовують такі основні способи [4]:

- 1) захльостування полум'я;
- 2) гасіння водним способом;
- 3) гасіння за допомогою вогнегасних хімікатів і ґрунту;
- 4) гасіння за допомогою загороджувальних смуг;
- 5) гасіння із застосуванням вибухових засобів;
- 6) гасіння за допомогою відпалу;
- 7) гасіння шляхом виклику штучних опадів;
- 8) гасіння з використанням літальних апаратів.

Проаналізуємо ці способи на можливість застосування для гасіння пожеж у забруднених радіонуклідами лісах.

Захльостування полум'я застосовується для трав'яних і слабких низових пожеж, за яких люди можуть наблизитися до крайки пожежі. Процес такого гасіння ускладнюють високі чагарники і купини. При такому способі гасіння використовують мітли, гілки, хлопавки з брезенту та інші засоби. Удари здійснюють з зовнішнього боку пожежі похило, потім все змітається [4]. В умовах забруднення радіонуклідами таке гасіння призводить до підняття в повітря пилу і продуктів горіння, які є радіоактивними. Висока температура та інтенсивний тепловий потік від полум'я ускладнюють застосування засобів захисту органів дихання та захисного одягу, що зумовлює зниження часу роботи пожежника та потребує більшої, порівняно з пожежами в лісах без забруднень, кількості людських ресурсів.

Для гасіння водним способом необхідно, щоб поблизу були розташовані вододжерела – водойми або організувати неперервну доставку води транспортом. Цей спосіб широко використовується для гасіння низових пожеж. При водному способі один пожежник збиває основну частину полум'я, а інший гасить вторинні вогнища [4]. Цей спосіб є безпечнішим порівняно з захльостуванням, оскільки дає змогу пожежнику перебувати на більшій відстані від полум'я. У повітря піднімається менше пилу, але до продуктів горіння, які є радіоактивними, долучається водяна пара, що також зумовлює необхідність застосування засобів захисту пожежника, особливо органів дихання. В умовах посухи пил може здійматися від переміщення автомобілів, які здійснюють підвезення води. Тому потрібно забезпечити захист від радіації і для водіїв таких автомобілів.

Пожежі також гасять за допомогою вогнегасних хімікатів, які сповільнюють горіння, підвищують рівень змочування рідин та здійснюють гасіння. Цей спосіб є подібним до традиційного гасіння водою, але потребує її меншої кількості. Хімікати застосовуються, як правило, для гасіння горючих матеріалів на поверхні ґрунту, а також підземних (торф'яних) пожеж.

Закидання полум'я ґрунтом здійснюють при низових пожежах слабкої інтенсивності, які повільно поширюються. При цьому застосовують лопати і спеціальні машини. Такий спосіб створює небезпеку вдихання як продуктів горіння, так і пилу, який піднімається в повітря в процесі закидання ґрунтом.

Створення мінералізованих загороджувальних смуг є найбільш ефективним для слабких низових пожеж. Смугу роблять з випередженням відносно фронту пожежі на 20-100 м. Ширина смуги повинна бути 1-4,5 м [4]. Мінералізовані загороджувальні смуги як метод запобігання розповсюдженню вогню мають ряд переваг та недоліків. У випадку проведення робіт механізованими засобами вдається уникнути безпосереднього контакту особового складу з радіоактивним середовищем, однак відбувається заповнення повітря, що зумовлює потребу захисту персоналу або герметизації кабін і фільтрування повітря. В окремих випадках застосування такого виду техніки є неможливим, наприклад за відсутності шляхів під'їзду для транспорту, захарщення доріг, неможливості маневрування, наявності рослинності. У такому разі прокладання мінералізованих загороджувальних смуг та звільнення від рослинності здійснюється з використанням ручних знарядь, що зумовлює потребу застосування засобів індивідуального захисту органів дихання і відповідного захисного одягу та більш ретельного контролю за рівнем опромінення рятувальників. Час роботи з використанням ручного інструменту значно збільшується порівняно з застосуванням механізмів і тому потрібна більша кількість особового складу для своєчасної заміни працюючих, щоб не допустити збільшення рівня радіації вище норми.

Для швидкого прокладання мінералізованих смуг у разі відсутності землерийної техніки застосовують вибухові речовини. Цей спосіб дуже ефективний. Прокладають шурфи глибиною 0,4-0,7 м на відстані 1,5-2,5 м один від іншого і закладають патрони з амонітом вагою від 200 до 900 г. Часто використовують накладні заряди а також шнури з вибухівкою [4]. Такий спосіб дає змогу уникнути тривалого перебування персоналу на місці закладання вибухівки та відвести його на значну відстань перед вибухом, зменшивши шкідливий вплив радіоактивних часток. Проте вибухова хвиля спричинює значне запилення повітря та призводить до переміщення на значні відстані часток ґрунту, які розташовані під його поверхнею та можуть мати більші значення інтенсивності радіоактивного випромінювання.

Зустрічний пал – також один з поширених способів зупинити поширення вогню. Це керований зустрічний вогонь, який штучно створюється

рятувальниками та/або працівниками лісового господарства. Суть цього методу полягає в запуску палу з безпечної відстані від наявних проти-пожежних розривів. При палі створюється широка смуга зі знищених горючих речовин [4]. Недоліком такого методу є небезпека зміни напрямку поширення вогню із зміною напрямку вітру, що може викликати зворотній ефект. Для його реалізації необхідне залучення людей, а не механізованої техніки, а поширення диму та продуктів горіння з вмістом радіоактивних часток вимагає застосування відповідних засобів захисту та дотримання вимог роботи в радіаційно забрудненому середовищі.

Найефективнішим способом гасіння є виклик штучних опадів. При цьому за допомогою сухої вуглекислоти, йодистого срібла і свинцю, сірчистої міді та інших реагентів стимулюють скупчення хмар, які утворюються над пожежею через підйом пари. Але цей спосіб вартісний через застосування лігальних апаратів і хімікатів та не завжди ефективний, оскільки існує велика залежність виникнення дощу від місцевих метеорологічних умов [4].

Гасіння з використанням лігальних апаратів – є сучасним способом, який передбачає скидання води з повітря на охоплені вогнем ділянки. Застосовують авіаційні сили та засоби для зрошення з малої висоти польоту значної за протяжністю ділянки по фронту горіння. Найефективнішими для гасіння лісової пожежі є послідовні, з малим інтервалом, зливи води з літаків (вертольотів), особливо на рівнинній місцевості [9]. Для організації гасіння авіацією в Україні здебільшого застосовують літак Ан-32П та вертоліт Мі-8МТ

Слід врахувати, що застосування авіації можливе тільки в таких випадках:

- виникнення лісової пожежі у зоні відповідальності територіальних органів ДСНС України і загроза її переростання у НС – за письмовим зверненням керівництва територіального органу управління ДСНС, рішенням Голови, першого заступника Голови ДСНС;
- виникнення НС регіонального і місцевого рівнів – на підставі аналізу надзвичайної ситуації, проведеного в ДСНС, територіальних органах ДСНС, або звернень керівників центральних і місцевих органів виконавчої влади, за рішенням Голови, першого заступника (заступника) Голови ДСНС;
- введення режиму надзвичайного стану, оголошення окремих місцевостей зонами надзвичайної екологічної ситуації – за рішенням Голови ДСНС [8].

На думку авторів, використання авіації під час гасіння лісів, у тому числі і забрудненої ра-

діонуклідами місцевості, є найбезпечнішим способом для проведення розвідки, а також ліквідації пожеж в лісових масивах. Але і цей метод має певні недоліки, зокрема [9]:

- висока вартість використання лігальних апаратів;
- залучення літаків та вертольотів для гасіння верхових пожеж середньої та високої інтенсивності малоефективне і практично неможливе через штормовий вітер, пориви якого сягають до 20-25 м/с;
- під час гасіння низових пожеж значна частина вогнегасних речовин осідає на кроках дерев та чагарниках під дією атмосферних потоків та диму, які екранують зону займання;
- над епіцентром пожежі у стовпі диму утворюються вихрові зони зі швидкістю до 30 м/с, що призводить до повного винесення води за межі ділянки горіння та випаровування з розміром капелів до 5 мм;
- чим більший об'єм води або розчину може доставити лігальний апарат (літак чи гелікоптер), тим в жорсткіших аеродинамічних умовах відбувається процес скидання води. Для забезпечення стійкості та перебування на траєкторії лігального апарату доводиться збільшувати швидкість та висоту польоту, що призводить до зменшення ефективності гасіння.

Літаки широко застосовують для гасіння пожеж лісів і за кордоном. Наприклад, виліт американського пожежного "Боїнга" обходиться в 200 000 доларів, під час якого скидається 40 т води, яка розпилюється на смугі завдовжки 1,5 км і завширшки до 40 м. При цьому загальна площа розпилення повинна становити до 60000 м², а реально гасять не більше 1000 м². Ймовірно, це площа хорошого концентрованого змочування, а на решті площі через 10–30 хв виникають повторні займання [10].

Засоби захисту. У ліквідації лісових пожеж в зоні радіоактивного забруднення окрім авіатехніки у більшості випадків задіяні безпосередньо пожежники, які під час роботи зазнають впливу радіації. Нормування іонізуючого опромінення в Україні здійснює Національна комісія з радіаційного захисту.

Під час гасіння ризик ураження іонізуючим випромінюванням – великий. Основними загрозами, з якими стикаються пожежники, є:

- ураження радіоактивним опроміненням, забруднення спеціального спорядження та техніки;
- збільшення допустимого рівня активності радіонуклідів в повітрі під час пожежі;

- міграція радіонуклідів в повітрі у вигляді диму, та розповсюдження на значні відстані.

Під час гасіння пожежі у радіаційно-режимних зонах I – II, у лісових масивах, що відносяться до зон II – III, особовому складу аварійно-рятувальних формувань необхідно використовувати комплект засобів індивідуального захисту третьої категорії, який рекомендується для індивідуального захисту рятувальників під час ліквідації аварії безпосередньо на радіаційно небезпечному об'єкті або поблизу нього на відстані менше ніж 50 м від джерела небезпеки.

Згідно із стандартом СОУ МНС 75.2-00013528-005:2011 [11], комплекти засобів індивідуального захисту рятувальників складаються з:

- ізолювального засобу індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) (автономні регенерувальні дихальні апарати зі стисненим киснем або зі стисненим киснем і азотом та (або) апарати дихальні легкої конструкції з лінією стисненого повітря);
- захисного ізолювального костюма;
- захисного фільтрувального костюма;
- гумового та шкіряного спеціального взуття;
- гумових, шкіряних, брезентових та бавовняних рукавиць.

Під час гасіння пожежі у ближній зоні, за умови високої концентрації у повітрі альфавипромінюючих радіонуклідів, необхідно використовувати ізолювальні захисний костюм та ЗІЗОД. На інших територіях достатньо використання фільтрувальних захисного костюма та ЗІЗОД.

Згідно з Нормами табельної належності підрозділів ДСНС України [12], пожежні автомобілі можуть укомплектовуватися костюмом захисним легким Л-1, костюмом ізолюючим "Рятувальник-2", "АКВА-Т" та "Універсал". Допустима температура для роботи в цих костюмах не повинна перевищувати 45°C [13]. Тому слід враховувати, що при гасінні лісів у зоні відчуження в літній період використовувати ці засоби захисту можливо, але потрібно додатково застосовувати охолоджувальні пристрої щоб не допустити підвищення температури всередині костюма. Час роботи пожежників в костюмах з цієї причини потрібно обмежувати. Така ж методика стосується і фільтруючих костюмів.

Внутрішнє опромінення рятувальників та осіб, які проводять роботи в радіоактивно забрудненій зоні, може відбуватися через потрапляння мігруючих радіонуклідів у органи дихання. Під дією високої температури відбувається високотемпературний викид радіонуклідів, а також утворюється дрібнодисперсний радіоактивний аерозоль. Тому особливу увагу слід приділити захисту органів дихання, адже внутрішнє опромінення завдає більш серйозних наслідків для людини.

Висновки і рекомендації.

Особливості ліквідації лісової пожежі в радіаційно забрудненій зоні полягають у виборі способу гасіння, задіянні відповідних сил і засобів, які дають змогу ефективно здійснити локалізацію та ліквідацію пожежі.

Окрім традиційних загроз, пов'язаних з виконанням завдань щодо гасіння лісових пожеж, за наявності радіоактивного забруднення додатково слід враховувати чинники небезпеки, пов'язані з радіацією, і застосовувати відповідні засоби захисту.

У випадку значних за площею та інтенсивністю пожеж слід застосовувати пожежну авіацію, яка дасть змогу не лише погасити пожежу, а й уникнути безпосереднього контакту пожежників з радіаційно забрудненим середовищем.

Список літератури:

1. Зібцев, С. В. & Борсук О. А. (2012) Охорона лісів від пожеж у світі та в Україні – виклики ХХІ сторіччя та перспективи розвитку. *Лісове і садово-паркове господарство*, **1**, 49-63.
2. Зібцев С. В. (2007) Проблема радіаційних лісових пожеж на землях забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС. *Наук. вісн. НАУ*, **104**, 88–93.
3. *Лісове господарство України* / Державне агентство лісових ресурсів України (2015). К.: ЕКО-інформ, 39 с.
4. Ходаков В. Е. & Жарикова М. В. (2011) Лесные пожары : методы исследования. Херсон : Гринь Д. С., 470 с.
5. *Санітарні правила в лісах України*. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2016 р. № 756.
6. Азаров С. І., Єременко С. А., Сидоренко В. Л. та ін. (2016) за заг. ред. П. Б. Волянського *Наукові засади захисту населення і територій від наслідків лісових пожеж з радіаційно небезпечними факторами : монографія* / Київ: ТОВ “Інтердрук”, 203 с.
7. *Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) : державні гігієнічні нормативи*. ДГН 6.6.1.–6.5.001-98. 135 с.
8. *Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж* / наказ МВС України від 26 квітня 2018 р. № 340.
9. *Про затвердження Порядку організації та застосування авіаційних сил та засобів для гасіння лісових пожеж* / наказ МВС України від 13 квітня 2017 р. № 311.
10. Зажматов В. (2011) Техніка для гасіння лісових пожеж. *Пожежна безпека*, **2**, 18-21.
11. *Безпека у надзвичайних ситуаціях. Комплекси засобів індивідуального захисту рятувальників. Класифікація і загальні вимоги*. СОУ МНС 75.2-00013528-005 : 2011 / наказ МНС України від 19 грудня 2011 р. № 328.

12. *Про затвердження Норм табельної належності, витрат і термінів експлуатації пожежно-рятувального, технологічного і гаражного обладнання, інструменту, індивідуального озброєння та спорядження, ремонтно-експлуатаційних матеріалів підрозділів ДСНС України* / наказ ДСНС України від 29.05.2013 р. № 358.

13. *Костюми ізолівні та одяг спеціальний вентильований для захисту від радіоактивного забруднення. Загальні технічні вимоги і методи випробувань*. ДСТУ EN 1073-1-2001.

References:

1. Zibtsev, S. V. & Borsuk, O. A. (2102) Protection of forests from fires in the world and in Ukraine – challenges of the XXI century and prospects for development. *Lisove i sadovo-parkove gospodarstvo (Forestry and gardening)*, **1**, 49-63 (in Ukr.).
2. Zibtsev, S. V. (2007) The problem of radiation forest fires on the lands contaminated as a result of the Chernobyl accident. *Naukovyy visnik NAU (Scientific Bulletin of NAU)*, **104**, 88–93 (in Ukr.).
3. *Forestry of Ukraine*. State Forest Resources Agency of Ukraine (2105), Kyiv : ECO-inform (in Ukr.).
4. Hodakov, V. E. & Zharikova, M. V. (2011). *Forest Fires: Research Methods*. Cherson: Gryn D.S. (in Russ.).
5. *Sanitary Rules in the Forests of Ukraine*. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October 26, 2016 No. 756.
6. Azarov, S. I., Yeryemenko, S. A., Sydorenko, V. L. et al. (2016) In P. B. Volyanskyu (Ed.) *Scientific Principles of Protection of Population and Territories from the Consequences of Forest Fires with Radiation Hazardous Factors. Monography*. Kyiv: Interdruk (in Ukr.).
7. *Norms of Radiation Safety of Ukraine (NRBU-97): State Hygiene Norms*. DGH 6.6.1. - 6.5.001-98 (in Ukr.).
8. *Regulations of Actions of the Authorities and Units of the Operative-Rescue Service of Civil Protection During the Extinguishing of Fires*. Order of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine from April 26, 2018, No. 340 (in Ukr.).
9. *On Approval of the Procedure for the Organization and Use of Aviation Forces and Means for Extinguishing Forest Fires*. Order of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine of April 13, 2017 No. 311 (in Ukr.).
10. Zakhmatov V. (2011). Technique for extinguishing forest fires / V. Zakhmatov. *Pozhezhna Bezpeka (Fire safety)*, **2**, 18-21 (in Ukr.).
11. *Emergency safety. Complexes of individual protection of rescuers. Classification and general requirements*. SOU MNS 75.2-00013528-005: 2011 / Order of the Ministry of Emergencies of Ukraine from December 19, 2011, No 328 (in Ukr.).

12. *On Approval of the Standards of the Shedule Ownership, Costs and Terms of Operation of the Fire and Rescue, Technological and Garage Equipment, Instrument, Individual Armaments and Equipment, Repair and Maintenance Materials of the SES of Ukraine Units.* Order of the SES of Ukraine dated May 29, 2013, No. 358 (in Ukr.).

13. *Isolated suits and specially ventilated clothes for protection against radioactive contamination. General technical requirements and test methods.* DSTU EN 1073-1-2001. (in Ukr.).

A. D. Kuzyk, D. V. Lagno

SPECIAL CHARACTERISTICS OF FIREFIGHTING IN RADIONUCLIDE-CONTAMINATED FORESTS OF THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE

Introduction. Forest fires are dangerous for people and environment. Their extinction requires appropriate human and material resources. Fires in the Chornobyl radionuclide-contaminated exclusion zone are especially dangerous.

The purpose of paper is to analyze the causes of forest fires in the Chornobyl exclusion zone, the characteristics of their elimination taking into account the danger of radioactivity and using protection equipment.

Results. The causes for the occurrence of fires in the forests of the Chernobyl exclusion zone are natural and manmade. The clutter of forest areas creates preconditions for the emergence and spread of fire. Radioactive contamination of forests is caused by poor care. Illicit logging and illegal visitors to the exclusion zone contribute to the fires occurrence.

In case of a fire, radioactive elements in dust and combustion products extend over long distances. Radionuclides fall on the skin of the firefighter and penetrate the body during of breathing. Dust contributes to dissemination of radionuclides and is caused by the movement of people, firefighting engines, and work of manual and mechanical means. To choose methods of forest fires extinguishing in conditions of radioactive contamination, it is necessary to take into account the avoidance or minimization of firefighters' direct contact with radioactive materials. Each of the traditional methods of extinguishing fires has its advantages and disadvantages, taking into account cost, efficiency and safety. The paper analyses the following methods of extinguishing: striking on flame, using water, throwing ground into flame, extinguishing by explosion, creating mineralized strips, opposite burning, use of fire aviation, and artificial precipitation.

Firefighters have to use appropriate protective clothing and personal protective respiratory equipment during extinguishing a fire in a radioactive environment.

Conclusions. To eliminate a forest fire in a radiation-contaminated zone, it is necessary to choose the appropriate method of extinguishing, taking into account the radiation hazard, and to apply the appropriate personal protective equipment. The fire aviation allows eliminating a fire by avoiding direct contact of firefighters with a radiation-contaminated environment.

Keywords: forest fire, Chornobyl exclusion zone, radiation hazard, methods of extinguishing, protective respiratory equipment, protective clothing.