

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора фіз.-мат. наук, ст. наукового співробітника
Ващенко Володимира Миколайовича на дисертаційну роботу
МАГЛЬОВАНОЇ ТЕТЯНИ В'ЯЧЕСЛАВІВНИ
«НАУКОВІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ГУАНІДИНОВИХ СПОЛУК
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
НАСЕЛЕННЯ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
21.06.01 - екологічна безпека

Актуальність теми досліджень.

У 2015-2016 рр. та навесні 2020 р. в Чорнобильській зоні відчуження (ЧЗВ) відбулися, безпрецедентні за кількістю, масштабом і тривалістю, лісові пожежі. Ці пожежі показали недосконалість існуючої системи радіоекологічної безпеки життєдіяльності населення на територіях навколо зони відчуження. Пожежі стали спусковим тригером для провокування значної міграції радіонуклідів із зони відчуження що в результаті призвело до погіршення радіаційно-екологічного стану навколишніх територій і збільшення ризику інгаляційного та перорального опромінення населення і особового складу учасників пожежогасіння.

Подальше забезпечення радіаційно-екологічної безпеки як в самій зоні відчуження, так і на територіях навколо неї, неможливе без застосування принципово нових підходів для упередження лісових пожеж в зоні відчуження і застосування нових підходів для їх ефективного та екологічно безпечного гасіння та без радикального відновлення і подальшого підтримання бар'єрної функції лісових масивів в зоні відчуження. Тому розвиток наукових основ підвищення рівня радіаційно-екологічної безпеки життєдіяльності населення та учасників робіт з пожежогасіння створює передумови зменшення екологічних ризиків внаслідок лісових пожеж та є надзвичайно актуальною науковою проблемою, вирішення якої є науковим підґрунтям подальшого прогресу в розвитку нових методів і засобів для зменшення їх негативного радіаційно-екологічного впливу на довкілля та населення.

Отже, дисертаційна робота присвячена вирішенню важливої науково-прикладної проблеми і є своєчасною та вкрай актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційне дослідження проведено відповідно до відомчих тем НАН України 0117U004647 Дослідження загроз виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах ядерно-паливного циклу та розробка пропозицій щодо превентивних заходів безпеки (2017-2021 роки) Цільова програма наукових досліджень Відділення ядерної фізики та енергетики НАН України «Фундаментальні проблеми фізики ядра, радіаційної безпеки, ядерного матеріалознавства та енергетики»; Удосконалення науково-технологічних засад оцінки, моніторингу та прогнозування радіаційного

стану навколишнього середовища (шифр: III-03-16) 16-19 Постанова Бюро ВЯФЕ НАН України від 01.07.2015 № 4 № держ. реєстрації 0116U002207 Рішення Експертної ради з питань оцінювання тем фундаментальних науково-дослідних робіт при НАН України від 18.11.2015 № 7; Термодинаміка геохімічних процесів в атмосфері під впливом природних та техногенних чинників (шифр: III-01-16) 16-20 Постанова Бюро ВЯФЕ НАН України від 01.07.2015 № 4 № держ. реєстрації 0116U000155 Рішення Експертної ради з питань оцінювання тем фундаментальних науково-дослідних робіт при НАН України від 18.11.2015 № 7; «Основних засад (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року», затверджених Законом України від 21.12.2010 р. № 2818-VI; «Загальнодержавної програми формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки», затвердженої Законом України від 21.09.2000 р. № 1989-III; «Державної цільової програми «Ліси України» на 2010–2015 роки», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 16.09.2009 р. № 977; «Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 6.08.2014р. № 385. Дисертаційна робота відповідає актуальним напрямкам Концепції Державної цільової програми розвитку лісового господарства України на період з 2016 до 2025 року, Концепції Загальнодержавної програми збереження біорізноманіття на 2005–2025 рр., Комплексної Програми охорони навколишнього природного середовища.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечувалась використанням сучасних методів досліджень як теоретичних так і експериментальних.

Наукові положення, висновки та рекомендації базуються на достатньому обсязі експериментальних досліджень та застосуванні сучасних методів математичної обробки отриманих результатів, математичного моделювання.

Обґрунтованість отриманих результатів також підтверджується повною відповідністю наведених наукових результатів сучасним теоретичним уявленням щодо екологічної небезпеки та особливостей її формування, зниження рівня радіоекологічного навантаження на довкілля за рахунок спеціальних протипожежних заходів.

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 рівня 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 пожеж, моніторинг, постійні профілактичні заходи),

запобігання надмірного опромінення персоналу та населення від різних джерел, вторинного поширення радіонуклідів унаслідок пожеж на відносно чисті території.

Унаслідок лісових пожеж радіонукліди у складі аерозолі, газоподібних продуктів згорання (димі та пилю) виносяться з лісових екосистем, створюючи джерело зовнішнього опромінення, інгаляційного та перорального надходження радіонуклідів. При цьому втрачається депонуюча та бар'єрна функції лісу та збільшується міграційна здатність радіонуклідів.

В роботі на високому рівні також обґрунтовано 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 загороджувальних смуг на основі солей полігексаметиленгуанідину.

У дисертаційній роботі та в авторефераті не виявлено положень, тверджень та висновків, що викликають сумніви.

Оцінка отриманих результатів щодо значущості для науки та практики.

Наукове значення роботи добре аргументується тим, що її наукові результати, а саме наукові рекомендації щодо запобігання, локалізації та зменшення впливу лісових пожеж на населення, а також наукові рекомендації щодо зменшення доз опромінення населення, яке проживає в зоні впливу пожеж та персоналу задіяного в гасінні пожеж на радіоактивно забруднених територіях лягли в основу роботи Національної комісії з радіаційного захисту населення при Верховній Раді України для прийняття важливих рішень. Крім цього результати дисертації є основою для подальшої розробки пропозицій щодо підвищення рівня екологічної безпеки життєдіяльності населення, які передбачають використання технологій із застосуванням поліелектролітів гуанідинового ряду, враховуючи можливі критичні ситуації внаслідок лісових пожеж в тому числі на радіоактивно забруднених територіях.

Практична значимість результатів дисертаційної роботи полягає в наступному:

- розроблено та впроваджено у діяльність Державного спеціалізованого підприємства «Екоцентр» технології профілактики, локалізації та ефективного гасіння лісових пожеж в Чорнобильській зоні відчуження (акт впровадження від 01.02.2021 р.);

- здійснено трансфер технології з «Інституту геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України» (ДУ «ІГНС НАН України») до Чорнобильської зони відчуження (Ліцензійний договір №1/2021 від 01.02.2021 р.);

- на запит Національної комісії з радіаційного захисту населення України розроблено рекомендації щодо запобігання, локалізації та зменшення впливу лісових пожеж на населення, а також рекомендації щодо зменшення доз опромінення населення, що проживає в зоні впливу пожеж та персоналу задіяного в гасінні пожеж на радіоактивно забруднених територіях (довідка про впровадження №2-4/53 від 23.03.2021 р.);

- результати дисертаційної роботи впроваджено у діяльність Товариства з обмеженою відповідальністю Науково-технологічний центр «Укрводбезпека» м. Київ для розробки технічних рекомендацій визначення залишкових кількостей діючої речовини «Акватон-10» та застосування індикаторного набору «Акватон-тест» (акт впровадження від 27.01.2021 р.).

Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України:

- для підготовки здобувачів I бакалаврського рівня вищої освіти у галузі знань 26 Цивільна безпека (Акт впровадження від 13.03. 2019 року);

- при викладанні навчальних дисциплін «Небезпеки радіаційного, хімічного та біологічного походження», «Природні та техногенні загрози», «Промислова токсикологія та радіобіологія» для здобувачів I бакалаврського рівня вищої освіти у галузі знань 26 Цивільна безпека за спеціальністю 263 Цивільна безпека - Охорона праці (Акт впровадження від 25.01.2021 р.);

Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» при викладанні навчальних дисциплін «Радіоекологія навколишнього природного середовища» та «Екологічна безпека об'єктів ядерного паливного циклу» для здобувачів III освітнього рівня доктора філософії за спеціальністю 101 - науки про Землю, спеціалізація – «екологічна безпека» (Акт впровадження від 03.02.2021 р.).

Практична значимість результатів досліджень полягає в тому, що впровадження запропонованих захисту довкілля від радіоактивних забруднень дозволить підвищити рівень радіоекологічної безпеки різних територій в ЧЗВ та на прилеглих до неї територіях.

Наукова новизна результатів роботи.

В дисертації отримано нові науково обґрунтовані результати, серед яких слід відзначити наступні:

у перше:

– застосовано технології з використанням поліелектролітів гуанідинового ряду, як засобів підвищення рівня екологічної безпеки, створення передумов зменшення загроз радіаційного забруднення довкілля та враження населення внаслідок лісових пожеж, створено наукові засади використання гуанідинових сполук для зниження рівня негативного впливу на стан довкілля вторинного радіоактивного забруднення від наслідків лісової пожежі на радіоактивно забруднених територіях та впроваджено рекомендації з управління ризиками лісових пожеж;

– на підставі статистичних даних лісових пожеж Чорнобильської зони відчуження та дозових навантажень населення, визначених за лічильником випромінювань людини, параметризовано динаміку дозових навантажень населення і показано, що вплив радіаційного чинника на формування дозових навантажень на населення найбільш критично виявляється через 1-2 роки після лісової пожежі внаслідок відновлення лісової продукції в умовах збільшення мобільності радіонуклідів у лісових ґрунтах, що веде до забруднення трофічних ланцюгів;

– встановлено, що доза опромінення дорослого населення більше залежить від площі та кількості пожеж Чорнобильської зони відчуження, ніж доза опромінення дітей, що скоріш за все пов'язано з режимом харчування та споживанням продукції лісу (гриби, ягоди тощо), яка має істотний внесок у формування дози опромінення;

– на підставі результатів теоретичних і натурних досліджень встановлено доцільність застосування гуанідинових сполук для превентивної протипожежної обробки лісових насаджень, локалізації й ліквідації лісових та торф'яних пожеж, показано зниження гідродинамічного опору гуанідиновими полімерами, що зменшує гідравлічні втрати під час використання водних розчинів;

– встановлено фізико-хімічний механізм та особливості взаємодії гуанідинових полімерів з компонентами біомаси з утворенням інтерполімерних комплексів, стабілізованих водневими зв'язками;

– розроблено методичні рекомендації використання вогнезахисних розчинів гуанідинових полімерів для проведення превентивних протипожежних та протирадіаційних заходів,

– розроблено заходи для зменшення дозового навантаження населення та особового складу учасників пожежогасіння із запровадженням комплексу превентивних заходів;

удосконалено:

- систему заходів зменшення дозового навантаження учасників пожежогасіння, а також систему заходів щодо підвищення рівня екологічної безпеки життєдіяльності населення й особового складу підрозділів оперативно-рятувальних сил в умовах критичних ситуацій;

набули подальшого розвитку:

- технологічні рішення моніторингових досліджень, які дозволяють простежити закономірності міграційної здатності важких та перехідних металів у техногенно навантажених екосистемах.

Практичне значення отриманих результатів, головним чином, полягає у наступному:

розроблено пропозицій щодо підвищення рівня екологічної безпеки життєдіяльності населення, які передбачають використання технологій із застосуванням поліелектролітів гуанідинового ряду, враховуючи можливі критичні ситуації, в тому числі внаслідок лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях;

- розроблено та впроваджено у діяльність Державного спеціалізованого підприємства «Екоцентр» технології профілактики, локалізації та ефективного гасіння лісових пожеж в Чорнобильській зоні відчуження (акт впровадження від 01.02.2021 р.);

- здійснено трансфер технології з «Інституту геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України» (ДУ «ІГНС НАН України») до Чорнобильської зони відчуження (Ліцензійний договір №1/2021 від 01.02.2021 р.);

- на запит Національної комісії з радіаційного захисту населення України розроблено рекомендації щодо запобігання, локалізації та зменшення впливу лісових пожеж на населення, а також рекомендації щодо зменшення доз опромінення

населення, що проживає в зоні впливу пожеж та персоналу задіяного в гасінні пожеж на радіоактивно забруднених територіях (довідка про впровадження №2-4/53 від 23.03.2021 р.);

- результати дисертаційної роботи впроваджено у діяльність Товариства з обмеженою відповідальністю Науково-технологічний центр «Укрводбезпека» м. Київ для розробки технічних рекомендацій визначення залишкових кількостей діючої речовини «Акватор-10» та застосування індикаторного набору «Акватор-тест» (акт впровадження від 27.01.2021 р.).

Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України:

- для підготовки здобувачів I бакалаврського рівня вищої освіти у галузі знань 26 Цивільна безпека (акт впровадження від 13.03.2019 р.);

- при викладанні навчальних дисциплін «Небезпеки радіаційного, хімічного та біологічного походження», «Природні та техногенні загрози», «Промислова токсикологія та радіобіологія» для здобувачів I бакалаврського рівня вищої освіти у галузі знань 26 Цивільна безпека за спеціальністю 263 Цивільна безпека - Охорона праці (акт впровадження від 25.01.2021 р.);

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»:

- для підготовки здобувачів III освітнього рівня доктора філософії за спеціальністю 101 - науки про Землю, спеціалізація – «екологічна безпека» при викладанні навчальних дисциплін «Радіоекологія навколишнього природного середовища» та «Екологічна безпека об'єктів ядерного паливного циклу» (акт впровадження від 03.02.2021 р.).

Загальна характеристика роботи.

У вступі обґрунтовано актуальність, сформульовано ідею та мету дисертаційної роботи, сформульовано задачі, об'єкт і предмет дослідження, визначено особистий внесок автора, відображено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, дані щодо апробації, а також дані про структуру і обсяг роботи та публікації.

У першому розділі «Формування доз опромінення населення радіоактивно забруднених територій Українського Полісся» на прикладі населення селітебних територій Народицького району Житомирської області проаналізовано закономірності формування доз опромінення населення.

У формуванні загальної паспортної дози «швидка» складова становить від 25 до 97 %, а в середньому - 67 % і практично вичерпується протягом перших двох років після катастрофи. Зменшення решти 33 % паспортної дози зумовлено дією «повільної» компоненти, що визначається передусім геохімічними чинниками.

Накопичення цієї складової дози до в середньому, у 7 разів перевищує швидкість розпаду дозотвірного ^{137}Cs . Формування доз опромінення населення радіоактивно забруднених територій Українського Полісся зумовлено низкою еколого-геохімічних, техногенних, соціально-економічних та медико-біологічних чинників, а також низкою лісівничих та протипожежних заходів.

У лісових екосистемах найбільш довготривалими депо ^{90}Sr ^{137}Cs є ґрунт, деревний стовбур, коренева система дерев та лісова підстилка хвойних фітоценозів. Це може приводити до перевищення гігієнічно допустимих рівнів вмісту перелічених радіонуклідів у деревині та інших ресурсах навіть на значних відстанях від зони відчуження, зокрема у північних районах Житомирської області. Лісові пожежі ведуть до вивільнення та міграції близько 24 % від загального запасу радіонуклідів накопичених в Чорнобильській зоні відчуження. Опромінення населення Українського Полісся внаслідок перорального надходження становить 75-98 % від загальної дози опромінення. Проте, фактор ризику для цієї складової опромінення набагато нижче, ніж в результаті інгаляційного надходження внаслідок лісових пожеж.

Аналіз світових та національних статистичних даних свідчить, що пожежі є другим за величиною фактором зменшення площ лісових екосистем після вирубки та всихання. Проаналізовано негативні екологічні наслідки лісових пожеж їх вплив на життєдіяльність та здоров'я людини. Очікується збільшення кількості лісових пожеж через зміни клімату внаслідок зменшення рівня ґрунтових вод майже на 1,5 м що в свою чергу сприятиме повітряній ерозії ґрунтів та утворенню пилу і ресуспензії, перерозподілу забруднюючих речовин.

Зазначено, що однією з найскладніших проблем залишається проблема транскордонного впливу лісових пожеж, зокрема Чорнобильської зони відчуження, що є небезпечними для населення України, Росії, Білорусі, Польщі, Словаччини та інших європейських держав.

На підставі аналітичного огляду вітчизняних і зарубіжних літературних джерел виявлено, що одним із перспективних напрямків підвищення рівня екологічної безпеки життєдіяльності населення є використанням інтегрованого управління, що враховує кожен етап управлінського циклу та об'єднує людські, фізичні та екологічні елементи, які впливають на процес управління ризиками лісових пожеж. Ключовим аспектом інтегрованого управління є перенесення акценту з пожежогасіння на профілактику з метою упередження і підвищення обізнаності груп ризику з підтриманням профілактичних заходів шляхом застосування ефективних заходів, адаптованих до місцевих соціально-економічних і екологічних умов. Але в Україні недостатня увага приділяється зниженню ризиків забруднення довкілля та зменшенню дозового навантаження населення і учасників пожежогасіння за рахунок запровадженням комплексу превентивних заходів з попередження їх виникнення. Виходячи з проведеного аналізу наукових та практичних досягнень і виявлених при цьому недоліків за даним напрямом, сформульовані наведені вище мета та задачі дослідження.

У другому розділі «Об'єкти та методи дослідження» описано методику та результати застосування катіонних полімерних поверхнево-активних речовин гуанідинового ряду: полігексаметиленгуанідин гідрохлорид (ПГМГ-ГХ) («Акватон-10»); полігексаметиленгуанідингідрофосфат (ПГМГ-ГФ) («Гембар») виробництва Товариства з обмеженою відповідальністю Науково-технологічний центр «Укрводбезпека» м. Київ; дезінфекційний засіб «Тонік антисептичний «Біоцид плюс»»

виробництва ТОВ Науково-виробниче підприємство «Біоцид», що містить 0,5% полігексаметиленгуанідин гідрохлориду (ПГМГ-ГХ), екстракт ромашки та інші функціональні добавки; дезінфекційний засіб «Полідез» виробництва Науково-технологічний центр «Вербена», що містить 1,5% полігексаметиленгуанідин гідрохлориду (ПГМГ-ГХ), алкілдиметилбензил амонію хлорид (ЧАС) – 1,5%, допоміжні речовини; полігексаметиленгуанідин фосфат карбамід (ПГМГ-ФК) торгова назва ФСГ-1 виробництва ТОВ «Захист-Цент» м. Київ.

Згідно ГОСТ 12.1.007-76 солі ПГМГ відносяться до четвертого класу токсичності. Завдяки своїй фізико-хімічній будові вони здатні впливати на процес горіння і відповідають визначеним вимогам екологічно прийнятних речовин, які за своїми фізико-хімічними властивостями придатні до застосування в технічних засобах задля припинення горіння, а, за ступенем дії на організм, відносяться до помірно небезпечних або мало небезпечних. А при взаємодії з полум'ям або в результаті термічного розкладу не утворюють шкідливих речовин у концентраціях, небезпечних для живих істот і довкілля.

Екологічно прийнятними технологіями застосування вогнегасних речовин запропоновано вважати подавання їх технічними засобами до досягнення ліквідування пожеж, під час яких в атмосферному повітрі, ґрунтах та водоймах не накопичуються шкідливі речовини у концентраціях, небезпечних для живих істот.

Для аналіз стану пожежної небезпеки використовувалися: супутникові дані NASA World View; дані супутникового дистанційного зондування Землі за допомогою радіометра видимого інфрачервоного знімання VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) та спектродіаметра середньої роздільної здатності MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) встановленого на негеостационарному супутнику США NOAA-20, який входить до Об'єднаної полярної супутникової системи та на супутнику Suomi NPP, який належить Національному управлінню океанічних і атмосферних досліджень США.

У процесі проведення експериментальних досліджень використано наступні методи: інфрачервоної спектрофотометрії з Фур'є перетворенням (Bruker Vertex 70) з приставкою Platinum ATR з елементом порушеного повного внутрішнього відбиття (алмазне вікно), програмне забезпечення OPUS 65 дозволяє реєструвати і обробляти FTIR спектри у діапазоні довжин хвиль $400-4500\text{ см}^{-1}$ з точністю вимірювання $0,5\text{ см}^{-1}$; газо-рідинної хроматографії – для дослідження складу і властивостей отриманих продуктів (газовий хроматограф HEWLETT PACKARD 6890 з автодозатором та полум'яно-іонізаційним детектором), також методи гравіметрії, диференційно-термічного (ДТА), диференційно-термогравіметричного (ДТГ) і термогравіметричного (ТГ) аналізу, капілярної віскозиметрії з використанням віскозиметру типу Оствальда-Пінкевича (ВПЖ-2) з діаметром капіляра 0,56 мм; наявність мікроелементів визначали атомно-емісійним методом з використанням оптичного емісійного спектрометра з індуктивно зв'язаною плазмою “Спектрофлейм Модуля”, призначеному для одночасного та послідовного багатеlementного аналізу та спектрофотометрично з використанням Specord M-40. Відносну вогнегасну ефективність досліджуваних розчинів та води визначали із використанням вогнегасників ВВ-9 та ВВШ-9, дренчерних зрошувачів, пожежного ствола РСК-50 та

модельного вогнища класу 1А.

Отримані результати оброблялись з використанням методів статистичної та математичної обробки даних: кореляційний і регресійний аналіз, програмне забезпечення STATISTICA 10 Enterprise та просторову візуалізацію засобами ArcGis.

У третьому розділі «Параметризація динаміки дозових навантажень населення радіоактивно забруднених територій» на підставі вивчення особливостей лісових пожеж Чорнобильської зони відчуження та дозових навантажень населення радіоактивно забруднених територій Українського Полісся, визначених за допомогою лічильника випромінювань людини, параметризовано динаміку дозових навантажень населення селітебних радіоактивно забруднених територій Народицького району Житомирської області.

Вплив радіаційного чинника на формування дозових навантажень населення найбільш критично виявляється через 1-2 роки після лісової пожежі внаслідок відновлення лісової продукції в умовах збільшення мобільності радіонуклідів у лісових ґрунтах, що веде до забруднення трофічних ланцюгів. Доза опромінення дорослого населення радіоактивно забруднених територій Українського Полісся більше залежить від площі та кількості пожеж Чорнобильської зони відчуження, ніж доза опромінення дітей, що скоріш за все пов'язано з режимом харчування та споживанням продукції лісу (гриби, ягоди тощо), яка має істотний внесок у формування дози опромінення.

Низький коефіцієнт кореляції є достатньо значимим враховуючи вплив багатьох чинників на горіння лісових горючих матеріалів (вологість, ступінь радіоактивного забруднення, ступінь вигорання, тління пеньків, залишків деревини, повалених сухих дерев та торф'яників, тощо).

Таким чином, радіоактивні продукти що надходять в навколишнє середовище в результаті повного та неповного згорання деревини та іншої рослинності в першу чергу будуть випускатися і розсіюватися у вигляді радіоактивного шлейфу і осідати на поверхнях ґрунтів та природних поверхневих водойм. В результаті вживання сільськогосподарських культур, м'яса і молочних продуктів, які зазнали атмосферних викидів населення піддається впливу радіонуклідів. Вплив через поверхневі відкладення і проковтування може відбуватися протягом 1-2 років після пожежі.

Навіть за мінімальних концентрацій, за яких радіонукліди не викликають радіаційних ефектів, відбувається їхнє розповсюдження ланками природних і харчових ланцюжків та через дихальні органи. Радіонукліди можуть потрапляти до раціону людини і в її організм та створити значні дозові навантаження за рахунок внутрішнього опромінення, шляхом вживання забруднених радіонуклідами продуктів харчування.

Все це вказує на необхідність удосконалення системи заходів щодо підвищення рівня екологічної безпеки життєдіяльності населення радіоактивно забруднених територій, які ведуть до зменшення дозового навантаження населення із запровадженням комплексу превентивних заходів задля мінімізації поширення радіонуклідів внаслідок лісових пожеж, депонованих у лісових екосистемах.

У четвертому розділі «Теоретичне обґрунтування застосування гуанідинових полімерів для підвищення рівня екологічної безпеки життєдіяльності населення» обґрунтовано застосування гуанідинових полімерів для: локалізації токсикантів, зменшення пилового забруднення атмосфери під час ліквідації аварій та надзвичайних ситуацій; підвищення ефективності гасіння масштабних пожеж; підвищення ефективності роботи систем водяного пожежогасіння; збільшення пропускної здатності трубопроводів в період «пікових навантажень»; підвищення ефективності роботи мобільних установок пожежогасіння; вдосконалення способів регулювання тиску і витрат води в трубопроводах в складних гідравлічних системах; флокуляційного очищення природних і стічних вод.

За припущенням, одним із способів зменшення міграції техногенних радіонуклідів та пилоутворення може бути використання вогнезахисних та вогнегасних речовин (композицій), які за рахунок своєї хімічної будови могли б фізично блокувати міграцію радіонуклідів внаслідок утворення полімерних плівок, або істотно знижувати міграційну здатність за рахунок утворення хімічних зв'язків. Використання речовин, що покращують змочувальну здатність, за рахунок зниження поверхневого натягу, повинно сприяти інтенсивному проникненню вогнегасного засобу в шари матеріалу в процесі його термічно розкладання.

Наведено порівняльні дані хімічних речовин, їх сумішей для гасіння лісових пожеж та показники їх екологічної небезпеки. Виявлено, що існуючі змочувачі та піноутворювачі антипіренними властивостями не володіють, а композиції з високою вогнегасною та вогнестримуючою здатністю погано змочують лісові горючі матеріали і не можуть створювати піну. Композицій довготривалої дії, здатних надавати лісовим горючим матеріалам негорючі властивості більше 24 годин і в той же час, ще володіти добрими змочуючими і піноутворюючими властивостями не зареєстровано.

Найбільш перспективними вогнегасними та вогнезахисними хімічними композиціями, призначеними для гасіння лісових пожеж є солі на основі ортофосфатної і поліфосфатної кислот. Дані речовини за певних температур створюють в поверхневому шарі горючого матеріалу непроникну плівку для кисню, а під дією температури розкладаються на іони фосфоровмісних сполук внаслідок чого підвищується ефективність як гомогенного так і гетерогенного інгібування ланцюгових реакцій горіння органічних речовин. Фосфор має вирішальне значення для розробки нових ефективних антипіренів, головним чином через його хімічну універсальність: він може виступати інгібітором як в конденсованій, так і в газовій фазі, в різних ступенях окислення і в синергізмі з різними елементами. А синергізм Р-Н сприяє утворенню зшитих ланцюгів під час пожежі, тим самим сприяючи утриманню Р в конденсованій фазі і отримуючи більш термічно стійкі та екологічно безпечні сполуки. Ефективними є також композиції, що містять поверхнево-активні речовини та полімери в якості загусників.

Проте відомі технологічні рішення не дозволяють забезпечити створення композицій, що володіли б одночасно високими змочуючими, піноутворюючими і вогнестримуючими властивостями. Причиною цього може бути антагонізм речовин, що відповідають за певні властивості багатокomпонентних сумішей. Оскільки

змочувачі та піноутворювачі виготовляються на основі поверхнево-активних речовин (ПАР), які погано змішуються з нітрогенофосфор вмісними та іншими антипіренними сполуками, що найбільш часто використовуються для створення вогнезахисних смуг довготривалої дії. Також обґрунтовано доцільність використання речовин, що одночасно проявляють властивості ПАР та полімерів, а також містять в своєму складі N та P і належить до органічних сполуку гуанідинового ряду. Дані сполуки здатні утворювати поліелектролітні комплекси на поверхні целюлозо вмісних матеріалів, а під час термічного розкладу в йон-радикальних реакціях виділяють речовини, що інгібують процес горіння.

За припущенням, утворення інтерполімерних комплексів даних речовин може бути перспективним для седиментації радіоактивно забрудненого пилу і тим самим забезпечується запобігання поширенню радіоактивних частинок (радіонуклідів) із забруднених ділянок. Гіпотетично ефективним може бути застосування водних вогнегасних та вогнезахисних речовин, які завдяки своєму хімічному складу, можуть одночасно реалізовувати декілька параметрів припинення горіння (охолодження, ізолювання, флегматизацію, інгібування), здатних до фіксації радіоактивних аерозолів унаслідок адсорбції або утворення на поверхні горючого матеріалу полімерних плівок і не містять небезпечних компонентів є найперспективнішим шляхом зменшення екологічних наслідків лісових пожеж, в тому числі на радіоактивно забруднених територіях.

Таким чином, використання запропонованих речовин та композицій на їх основі дозволяє підвищити рівень екологічної безпеки життєдіяльності населення наступним шляхом: зниження пилоутворення (седиментації) радіоактивного пилу; локалізації та адсорбції радіоактивних продуктів горіння; зменшення дозових навантажень на населення та учасників пожежогасіння.

У п'ятому розділі «Визначення ефективності використання солей полігуанідину для превентивного захисту горючих матеріалів» наведено результати експериментальних досліджень фізико-хімічних властивостей солей полігексаметиленгуанідину (ПГМГ) та їх застосування для розроблення комплексу превентивних заходів з попередження виникнення пожеж.

Показано, що гуанідинові полімери на поверхні целюлозо вмісних матеріалів утворюють комплекси, які під час термічного розкладу в йон-радикальних реакціях виділяють речовини, що інгібують процес горіння. Досліджено особливості адсорбції водних розчинів солей ПГМГ на поверхні компонентів біомаси хвойних (сосна звичайна) та листяних (береза повисла, дуб) порід.

Процес адсорбції відбувається за моделлю Ленгмюра. Криві мають опуклу форму з насиченням, що круто піднімаються вгору. Це дозволяє припустити про наявність фізико-хімічної взаємодії між речовиною і деревиною.

На початковій ділянці ізотерми ввігнуті відносно осі концентрації, для березових зразків процес досягає насичення, що відображено у вигляді плато. Для сосни та дубу ізотерми близькі до лінійного виду, що може говорити про можливість монофункціонального характеру адсорбції, особливо на початковій стадії.

Максимальна сорбційна ємність ПГМГ-ГФ на зразках біомаси становить (0,16-0,24) г/г, в залежності від видового складу деревини. За цих умов величина рівноважної концентрації ПГМГ-ГФ, що необхідна для формування напівнасиченого захисного шару становить (г/г): для березових порід – 3,87, для соснових – 17,2 і для дубових – 20,3.

Результати експериментального дослідження адсорбції ПГМГ-ГФ на зразках біомаси аналізували у відповідності з кінетичними моделями псевдо першого і псевдо другого порядку. За моделлю псевдо другого порядку швидкість процесу визначається швидкістю стадії взаємодії між сорбатом та сорбентом, проте в області високих концентрацій, хоч кінетичні криві і лінеризуються найкраще в координатах рівняння псевдо другого порядку, коефіцієнти кореляції за рівнянням псевдопершого порядку є близькими до 1.

Така особливість може свідчити про те, що в області низьких концентрацій лімітуючою стадією є взаємодія між ПГМГ-ГФ та гідроксильними групами поверхні. Тоді, як в області високих концентрацій свій вклад вносить ще й внутрішня дифузія. Загальний процес адсорбції ПГМГ на поверхні целюлозо вмісного матеріалу може лімітуватися однією або кількома стадіями: координацією ПГМГ за рахунок гідроксильних груп целюлози, геміцелюлози, лігніну або комплексоутворенням за рахунок координаційних зв'язків з атомами Нітрогену чи Фосфору.

Під час адсорбції ПГМГ-ГФ молекулярної маси 10000-11000 а.о.м на поверхні біомаси (для соснових зразків деревини) спостерігається зменшення інтенсивності смуги лігніну 1509cm^{-1} (рис.10) по відношенню до стандартизованої смуги целюлози 1028cm^{-1} . За концентрації полімеру 3-12% зміщення смуги лігніну 1509cm^{-1} не спостерігається, що вказує на переважно фізичний механізм адсорбції, через гідроксильні групи целюлози, яка складає майже 70% маси лісових горючих матеріалів. Аналізуючи структури утворених на поверхні комплексів слід зазначити, що у хімічній взаємодії бере участь лише частина гуанідинових груп, а частина їх залишається вільними на поверхні лісових горючих матеріалів. В ІЧ-спектрах соснових зразків біомаси, оброблених ФСГ-1, спостерігається зміщення смуги поглинання лігніну в короткохвильову область від 1509 cm^{-1} до 1504 cm^{-1} із збільшенням концентрації ФСГ-1, що обумовлено адсорбцією ФСГ-1 на поверхні і в тому числі за рахунок гідроксильних груп лігніну.

Також в ІЧ-спектрах соснових зразків оброблених ФСГ-1 спостерігається зменшення інтенсивності смуги поглинання лігніну $1505-1510\text{ cm}^{-1}$ по відношенню до смуги геміцелюлози в області 1222 cm^{-1} .

Оскільки лігнін є найбільш стійким із компонентів біомаси, а продукти піролізу лігніну беруть участь в утворенні метилового спирту, оцтової кислоти, газів, зокрема метану та смолистих речовин, то координація полімеру через гідроксильні групи лігніну має привести до підвищення термостійкості соснових зразків, що підтверджується результатами дериватографічного дослідження.

Методом ІЧ-спектроскопії з Фур'є перетворенням встановлено, що за умов розпилення на поверхні соснових гілок ФСГ-1 координація модифікатора відбувається переважно за рахунок фізичної адсорбції (нековалентного

модифікування ФСГ-1), оскільки в довгохвильовій області зміни незначні і зберігаються смуги модифікатора.

Методом ІЧ-спектроскопії з Фур'є перетворенням встановлено, зменшення інтенсивності смолянистих груп C = O (1732 см^{-1}), C-OH (1169 см^{-1}), а також C-H₂ ($2849\text{--}2817\text{ см}^{-1}$) груп, що вказує на взаємодію полімеру з поверхнею компонентів крони (хвої). Це може бути використано для захисту лісових екосистем від дії високих температур та розм'якшення ефірних смол, каніфолі, ефірних масел деревини.

В довгохвильовій області спостерігається поява нових смуг $3000\text{--}3500\text{ см}^{-1}$, зокрема в області 3345 см^{-1} , тобто відбувається хімічна взаємодія. Показано, що шляхом фізичної адсорбції (імобілізації) є можливим закріплення нітрогенофосфоровмісного полімеру, на поверхні біомаси, що одночасно проявляє властивості ПАР.

Закріплення на поверхні біомаси солей ПГМГ відбувається за рахунок утворення багатоцентрових водневих зв'язків між гідроксильними групами поверхні та аміногрупами ПГМГ, внаслідок чого солі ПГМГ достатньо міцно адсорбуються. Це є підставою для отримання стійкого вогнезахисного покриття.

Отримані в роботі експериментальні дані визначення вогнезахисної ефективності запропонованих композицій показують, що використання ПГМГ фосфат карбаміду (ФСГ-1) за умов його витрати $280\text{--}320\text{ г/м}^2$ дає можливість знизити втрату біомаси до 7,7- 8,1%, на відміну від необроблених, де втрати біомаси складають майже 80%.

Лінійна швидкість поширення полум'я за умов витрати ФСГ-1 $280\text{--}320\text{ г/м}^2$ зменшується майже в 4 рази, а візуальні спостереження процесу горіння вказують на помітне затухання оброблених солями ПГМГ зразків біомаси. Результати експериментального дослідження лінійної швидкості поширення полум'я від концентрації полімеру та ступінь вигорання біомаси після оброблення ФСГ-1 зменшується за експоненціальним законом представлені на.

На підставі аналізу експериментальних даних показано доцільність використання запропонованих вогнезахисних композицій (із застосуванням гуанідинових сполук) для підвищення рівня екологічної безпеки життєдіяльності населення шляхом їх застосування для превентивної протипожежної обробки лісових насаджень, локалізації і ліквідації лісових та торф'яних пожеж.

У шостому розділі «Експериментальна оптимізація рецептур вогнегасних речовин» представлено результати експериментальних досліджень впливу солей ПГМГ на вогнегасні властивості води з метою розробки екологічно прийнятних водних вогнегасних речовин. Експериментально встановлено, що сформовані струмені досліджуваних розчинів з використанням вогнегасника ВВШ-9

Додавання солей ПГМГ за концентрації 3–5 % збільшує дальність подачі водного розчину на 30–53 % порівняно з чистою водою.

За цих умов найкращий результат досягається додаванням ПГМГ-ГХ: за концентрації 2 % цієї солі у водному розчині збільшується дальність подачі розчину

від 7,4 до 11 м. Збільшення концентрації солей ПГМГ понад 5% істотно не впливає на величину дальності подачі водної вогнегасної речовини.

Достовірність апроксимації експериментальних даних R^2 становить 98–99 %. Різні знаки перед константами в рівнянні свідчать про визначальний вплив на час гасіння двох протилежно спрямованих процесів: ефекту Томса, що веде до зменшення турбулентності потоку вогнегасної речовини та полімеризації ПГМГ, що веде до збільшення в'язкості розчину. Величина відношення абсолютних значень $|k_2/k_1|$ свідчить про визначальний вплив протилежно спрямованих процесів: для розчину ПГМГ-ФК вплив полімеризації зі збільшенням концентрації практично не спостерігається.

Водночас для розчинів ПГМГ-ГФ абсолютні величини k_1 та k_2 близькі, тож крива залежності часу гасіння модельного вогнища від концентрації полімеру досягає екстремуму за концентрації 3–5 %.

Експериментально встановлено, що оптимальна концентрація ПГМГ для використання в первинних засобах пожежогасіння становить 3–5 %. За таких концентрацій дальність подачі вогнегасної суміші збільшується до 50 %, а тривалість гасіння зменшується у 3–4 рази (рис. 16). Зменшення тривалості гасіння приводить до зменшення витрат водної вогнегасної речовини витраченої на гасіння модельного вогнища 1А. Це пов'язано з тим, що молекули полімеру, які сильно розбухають у воді, мають ниткоподібну будову і під дією потоку рідини витягуються вздовж потоку. Отже рекомендується використання в первинних засобах пожежогасіння, зокрема вогнегасниках ВВШ-9, розчинів з масовою часткою ПГМГ не більше 5%. Збільшення концентрації сприяє застиганню розчинів з утворенням на поверхні полімерної плівки, що може призвести до порушення роботи деяких механізмів пожежно-технічного обладнання.

Проведено експериментальні дослідження підвищення ефективності роботи гідравлічних систем пожежно-технічного обладнання (дренчерних зрошувачів, ручного пожежного ствола РСК-50) з використанням гуанідинових полімерів. За фіксованої витрати речовини полігексаметиленгуанідину гідрохлориду встановлено підвищення величини тиску в порівнянні з водопровідною водою на 2–6 %. Проведеними дослідженнями з дискретними витратами встановлено, що мінімальна концентрація полімеру, за якої фіксується наявність гідродинамічної активності, складає 0,3 %. Нижче цієї концентрації підвищення значення тиску та дискретних витрат за даних умов (з використанням дренчерних зрошувачів) не було встановлено. Експериментально встановлено збільшення витрати водної вогнегасної речовини на основі ПГМГ в рукавній лінії з дренчерних зрошувачів. Експериментально отримане збільшення витрати вогнегасних рідин з полімерними добавками вказує на той факт, що рукавна лінія та дренчерні зрошувачі працювали в режимі зниження гідродинамічного опору. Розраховано величину зниження гідродинамічного опору, що складала 7 % за концентрації полімеру 0,7 %. За результатами статистичної обробки даних отримано залежність у вигляді поліноmu. Вона дозволяє розраховувати залежність витрати від концентрації полімеру. Достовірність апроксимації експериментальних даних в залежності від порядку поліноmu становить 94–99 %. Виконано аналіз даних витрати водної вогнегасної речовини ПГМГ-ГХ та залежність

витрати від концентрації і довжини трубопроводу. Показано, що позитивний ефект зниження гідродинамічного опору спостерігається одразу на початковій ділянці трубопроводу.

Надалі цей ефект зберігається і навіть дещо посилюється. Встановлено початкові (мінімальні) концентрації полімеру за яких спостерігається зменшення гідравлічних витрат на дренчерних зрошувачах, що становить менше 0,3 %. Експериментально встановлено наявність гідродинамічної активності водних розчинів солей полігексаметиленгуанідину з використання ручного пожежного ствола РСК-50 за концентрацій нижче 0,3 %.

Проведено аналіз результатів експериментальних досліджень течій водних розчинів гуанідинових полімерів крізь прямі труби. Встановлено, що додавання полімеру за концентрацій нижче 0,3 % приводить до підвищення витрат досліджуваних розчинів водної вогнегасної речовини. Показано, що коефіцієнт витрат водної вогнегасної речовини на основі солей ПГМГ збільшується в 1,20-1,78 раз. Отримане збільшення витрати розчинів на основі ПГМГ вказує на той факт, що рукавна лінія та пожежний ствол працювали в режимі зниження гідродинамічного опору майже в 2 рази, що може бути використана для скорочення часу гасіння лісових пожеж в тому числі на радіоактивно забруднених територіях.

Науково обґрунтовано зниження гідродинамічного опору гуанідиновими полімерами, що обумовлено наявністю поліелектролітного ефекту в розведених розчинах та/або адсорбцією макромолекул полімеру на стінках і призводить до зменшення тертя. Обґрунтування вірогідності таких механізмів дії полягає у наступному. Використаний ПГМГ-ГХ є лінійним полімером, відноситься до класу сильних поліоснов та є поліелектролітом, внаслідок електролітичної дисоціації якого утворюються макройони та контрйони. Йоногеннігуанідинові групи ПГМГ-ГХ надають полімеру властивості катіонного поліелектроліту, що має поліелектролітний ефект в розведених розчинах - ефект розбухання макроклубків під дією на ланцюгу макромолекули позитивних зарядів. Молекули полімеру за концентрації менше 1 % сильно розбухають у воді та мають ниткоподібну будову, внаслідок чого під дією потоку рідини вони витягуються вздовж потоку, що посилює плинність в пристінних ділянках і, ймовірно, здатне зменшити гідравлічні витрати під час використання водних розчинів ПГМГ-ГХ. При підвищенні концентрації (приблизно від 1,0 до 3,0–5,0 мас. %) можуть відбуватися конформаційні зміни в макромолекулах ПГМГ-ГХ, а саме: макромолекули приймають все більш згорнуту конформацію: спочатку – рихлих розпушених статистичних клубків, а з підвищенням концентрації статистичні клубки макромолекул починають перекириватись та ущільнюватись, зменшуючись в розмірах та утворюючи більш згорнуті щільні макромолекулярні клубки.

Істотний вплив на зниження гідродинамічного опору гуанідинових полімерів здійснюється внаслідок адсорбції на стінках трубопроводу солей ПГМГ, що зумовлено наявністю вторинної аміногрупи у гуанідиновому угрупованні – з утворенням достатньо стійкого адсорбційного шару. Таким чином, макромолекули полімеру збільшують на внутрішній поверхні труб пристінний (ламінальний) шар. І, оскільки кожна макромолекула ПГМГ вкрита тетрамерами води (внаслідок асоціації), їх взаємодія з утворенням водневих зв'язків може призводити до структурування води

і також посилення плинності в пристінних ділянках. Основним регулятором процесу є кількість полімеру та особливості формування пристінного шару (дренчерні установки, пожежні стволи, первинні засоби пожежогасіння). Тому істотний вплив на зниження гідродинамічного опору тертя має вибір способу подачі водної вогнегасної речовини (первинні засоби пожежогасіння, вогнегасники, пожежні стволи, тощо).

Обґрунтовано підходи щодо визначення необхідної кількості полімеру та способу подачі в залежності від поставлених завдань - зменшення гідравлічних витрат, дальність подачі, поліпшення вогнегасних властивостей, скорочення термінів гасіння, зменшення пилоутворення тощо.

Суттєвий вплив на природу гідродинамічного опору рідин має корозія і біообростання трубопроводів, що призводить до зменшення діаметру трубопроводу, зростання енергетичних витрат. Розроблено пропозиції щодо використання в якості інгібітору корозії та біообростання пожежно-технічного обладнання солей полігексамтетиленгуанідину. З метою профілактичних заходів рекомендовано проводити заповнення на добу розчином полімеру за концентрації 1-3 мг/дм³ один раз на місяць. За наявності сформованого біообростання – 10-15 мг/дм³.

Проведені дослідження показали принципову можливість створення універсальної вогнегасної речовини, що володіє одночасно досить високими змочуючими, піноутворюючими, антипіренними та інгібуючими властивостями, відноситься до четвертого класу небезпеки (малотоксичні речовини) та виявляє здатність до захисту металевого обладнання від біокорозії та обростання. Запропоновані водні вогнегасні речовини є безпечними для персоналу під час використання, транспортування, зберігання та екологічно прийнятні для навколишнього середовища. Використання гуанідинових сполук сприяє конгломерації пилових часточок внаслідок адгезії, що визначає перспективність використання їх для запобігання пилоутворення та вітрової міграції радіоактивних аерозолів.

У цьому розділі «Науково-технічне обґрунтування заходів щодо підвищення безпеки життєдіяльності населення радіоактивно забруднених територій» наведено технологічні рішення та композиції на їх основі.

Для мінімізації ризиків від лісових пожеж та зменшення надходження радіоактивних продуктів згорання в атмосферу запропоновано спосіб гасіння лісової пожежі, що включає в себе використання водної вогнегасної речовини на основі ПГМГ безпосередньо для гасіння кромки пожежі з одночасним прокладанням перед фронтом пожежі загороджувальних смуг на основі солей ПГМГ, що дозволяє знизити швидкість горіння лісових горючих матеріалів майже в 4 рази.

Технологічне рішення полягає у подаванні в зону пожежі з одночасним прокладанням загороджувальних смуг безпосередньо перед фронтом лісової пожежі з використанням водної вогнегасної полімерної поверхнево-активної речовини ПГМГ у його сольових формах (ПГМГ фосфат карбаміду – ФСГ; ПГМГ фосфату - або ПГМГ – гідрохлориду) які є екологічно прийнятними вогнегасними речовини та серійно виготовляються в Україні.

З метою зменшення часу гасіння торф'яних пожеж та зменшення забруднення

повітря продуктами повного та неповного згорання запропоновано використання бентонітової глини Дашуківського родовища Черкаської області нековалентно модифікованої ПГМГ. Нековалентне модифікування (імпрегнування) поверхні відбувається за рахунок утворення водневих зв'язків між гідроксильними групами поверхні з протонованими аміногрупами ПГМГ. Розроблено пропозиції щодо зниження рівня негативного впливу на стан довкілля наслідків торф'яних пожеж, що включають в себе використання суспензії на основі бентонітових глин (глинопорошку типу ПП-5 ТУ У 14.2-00223941-007-2010) та водного розчину полігексаметиленгуанідину.

З використанням дистанційних супутникових даних, продуктів обчислень World View та даних про радіоактивне забруднення територій Народицького району проведено розрахунок площ вигорання та обсяг радіонуклідів, що надійшов в приземний шар атмосфери унаслідок пожеж в березні, квітні 2020 року.

За консервативними розрахунками добовий обсяг радіонуклідів, що надійшов в приземний шар атмосфери, може складати до 64,7 ГБк (03.04.2020): ^{137}Cs – 64514 МБк, ^{90}Sr - 148,42 МБк, ΣPu - 0,406 МБк.

Для моделювання та розрахунку розсіювання радіонуклідів в атмосфері застосовували модель дифузії Паскуїла, що рекомендована МАГАТЕ та заснована на припущеннях точкових джерел певної потужності, а також гомогенності характеристик атмосферної дисперсії без урахування впливу земної поверхні. А для дальньостей переносу більше як 10 км у розрахунках викиду радіонуклідів у повітря використовували оцінку виносу при пожежах для ^{137}Cs 5 %, а для ^{90}Sr і ΣPu – 0,2 % від запасів у горючому матеріалі (консервативний підхід).

Запропоновані технологічні рішення дозволяють скоротити тривалість гасіння лісової пожежі в 3-4 рази за рахунок зменшення ступеня вигорання лісових горючих матеріалів, підвищення ефективності роботи гідравлічних систем пожежно-технічного обладнання, зменшення гідравлічних втрат в трубопроводах, що актуально у випадку відсутності водойми поблизу осередка пожежі. Це дозволяє зменшити обсяг надходження радіоактивних продуктів згорання в 3-4 рази і атмосферному поширенню радіоактивних аерозолів.

Застосування запропонованих технологічних рішень дозволяє знизити радіаційний ризик для учасників пожежогасіння та зумовлює економію дози опромінення персоналу задіяного в гасінні пожеж.

Розроблено рекомендації щодо запобігання, локалізації та зменшення впливу лісових пожеж на населення радіоактивно забруднених територій. Розроблено рекомендації щодо зменшення доз опромінення населення в зоні впливу пожеж та персоналу задіяного в гасінні пожеж на радіоактивно забруднених територіях.

Висновки достатньо повно відображають розв'язання поставлених завдань, містять основні результати дисертаційного дослідження.

Щодо завершеності дисертації в цілому, слід зазначити, що це завершена наукова робота, яка складається з анотації, вступу, 7 розділів, загальних висновків,

списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації – 330 сторінок. Список використаних джерел містить 430 найменувань.

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях. Апробація результатів дисертаційного дослідження

Основні положення і результати дисертаційного дослідження викладені 61 науковій роботі з яких: 1 монографія, 3 статті у виданнях, що входять в науково-метричну базу Scopus, 11 статей у виданнях, які входять в іноземні фахові видання та науково-метричні бази: Index Copernicus, CrossRef, PИИЦ, World Cat, Ulrich's Periodicals Directory, BASE, Research Bib, Directory Indexing of International Research та інш., 22 статті у виданнях ДАК МОН України, 4 праці в інших виданнях, 5 патентів України на винахід та корисну модель, 29 праць апробаційного характеру опубліковано у збірниках матеріалів науково-практичних конференцій.

Представлений у публікаціях матеріал повністю відображає результати наукових положень дисертації. Основні результати роботи достатньо широко оприлюднені на конференціях.

Оформлення дисертації

Робота викладена грамотно з використанням сучасної термінології, є послідовно викладеною і логічно завершеною. Оформлення роботи відповідає вимогам нормативних документів.

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації.

Зміст автореферату відповідає розділам дисертації та її основним положенням. Дисертація є одноособово створеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку.

Зауваження до дисертаційної роботи

Позитивно оцінюючи в цілому виконану роботу, вважаємо за необхідне зробити низку зауважень і поставити декілька запитань, з приводу яких хотілося б почути думку автора:

1. Для зменшення дози опромінення особового складу пожежних підрозділів під час гасіння лісової пожежі в роботі запропоновано заходи з використанням гідродинамічно активних водних вогнегасних речовин на основі солей полігексаметиленгуанідину. Для підвищення ефективності блокування розповсюдження фронту пожежі також запропоновано одночасне прокладання перед фронтом пожежі загороджувальних бар'єрних смуг. Але в роботі немає кількісних розрахунків, наприклад, таких параметрів як необхідні ефективні розміри таких смуг. Разом з цим відсутні порівняльні економічні та витратні розрахунки застосування

гідродинамічно активних водних вогнегасних речовин, тривалості їхньої пожежозахистної здатності та їх порівняльний аналіз з традиційними методами створення вогнезахисних смуг шляхом розорювання.

2. Недостатню увагу в роботі також приділено оцінкам впливу радіоактивних продуктів згорання на довкілля та розрахунку радіаційного ризику.

3. Одним з основних шляхів міграції радіонуклідів за межі Чорнобильської зони відчуження є пожежі в результаті яких за межі зони відчуження виноситься атмосферним шляхом 24%. Тому оцінки радіаційного ризику є актуальною задачею для працівників пожежно-рятувальних підрозділів при гасінні пожеж у Чорнобильській зоні. Як відомо, за результатами оцінок радіаційного ризику, межа радіаційного ризику для пожежного в умовах пожежогасіння у радіоактивно забрудненій зоні може перевищувати граничний індивідуальний радіаційний ризик для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів і саме тому необхідні спеціальні заходи захисту пожежників. Очевидно, що такий підхід значно розширює джерела вихідної інформації, придатної для отримання індивідуальних дозових оцінок, особливо при оперативному контролі радіаційного ризику. Тому доцільно було б розробити необхідні методики, на основі використання результатів: 1) контролю об'ємної концентрації РПЗ або прямо пов'язаних з нею величин; 2) інтегральної концентрації РПЗ та 3) активності, що відклалася в легенях та носовій порожнині пожежного

4. В роботі доцільно було б навести криві седиментаційного аналізу для обґрунтування використання запропонованих рецептур вогнегасних речовин для застосування з метою зменшення пилоутворення.

5. Недостатню увагу приділено розрахункам доз опромінення населення, в тому числі, в залежності від відстані до фронту лісової пожежі.

6. Недостатньо опрацьовано розрахунки радіаційного ризику при використанні запропонованих технологічних рішень.

7. В дисертаційній роботі не вказано який ступінь захисту має аварійно-рятувальна техніка, що використовується для гасіння лісових пожеж в Чорнобильській зоні відчуження.

Однак зазначені недоліки та зауваження принципово не впливають на ступінь наукової новизни та практичної значущості отриманих у дисертації результатів. Розроблені автором висновки і положення, що виносяться на захист, належним чином обґрунтовані, логічно випливають з представлених даних і відповідають поставленій меті і завданням дослідження.

Загальний висновок по роботі

Дисертаційна робота Магльованої Тетяни В'ячеславівни, яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, є актуальною науковою працею, що виконана на належному науковому рівні з логічним викладенням матеріалу.

За змістом, повнотою викладення матеріалу, обґрунтованістю основних положень і висновків, оформленням дисертації і автореферату, повнотою опублікування результатів дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року за № 567, а її автор Магльована Тетяна В'ячеславівна заслуговує присвоєння наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 - екологічна безпека.

Офіційний опонент

доктор фіз.-мат. наук, ст. н. співробітник,
лауреат Державної премії в галузі науки і техніки,
завідувач Навчально наукова лабораторія аероекології кафедри Екології
Національного авіаційного університету, м. Київ



В. М. Вашенко



В. М. Вашенко 14.04.2024

Проректор з навчальної роботи А. Згурік

