



*A. A. Ренкас, В. І. Товарианський*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5518-3508> – А. А. Ренкас

<https://orcid.org/0000-0002-4484-8164> – В. І. Товарианський



[arthur.rencas@gmail.com](mailto:arthur.rencas@gmail.com)

## АСПЕКТИ ПРИКОРДОННОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ УКРАЇНИ ТА КРАЇН ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ В ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ

**Постановка проблеми.** Пожежі в природних екосистемах призводять до серйозних наслідків: втрати біорізноманіття, руйнування літосфери, згубного впливу на клімат, шкоди для життя та здоров'я живих організмів, а також до значних економічних втрат. Навіть при врахуванні заходів із запобігання природним пожежам, іноді виникають обставини, які роблять ці заходи неефективними. Тому актуальним на сьогодні напрямом із запобігання розповсюдженню таких пожеж є своєчасне виявлення їх осередків та зменшення тривалості реагування на них шляхом оптимального розміщення та взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів.

**Мета роботи** – дослідити можливості взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів в межах прикордонних територій України та Польщі шляхом їх оптимального розміщення.

**Опис матеріалу.** У роботі проаналізовано особливості розміщення державних та добровільних пожежно-рятувальних підрозділів Республіки Польща та України вздовж кордону між частиною Львівської області та частинами територій Підкарпатського і Люблінського воєводств. Досліджено віддаленості територій від місць розташування пожежно-рятувальних підрозділів шляхом розбиття площини на зони обслуговування із застосуванням діаграм Вороного. Описано перспективи залучення пожежно-рятувальних підрозділів України та Польщі з огляду на механізм залучення іноземних сил цивільного захисту.

**Результати.** Обґрунтовано, що для взаємодії під час гасіння пожеж в природних екосистемах на прикордонній території України та Польщі доцільно задіювати пожежно-рятувальні підрозділи, які розташовані в першій та другій лініях поблизу кордону Яворівського, Львівського, Самбірського та Сокальського районів Львівської області, а також Хелмського, Грубешовського та Томашувського повітів Люблінського воєводства, Бещадського, Пшемишльського, Ярославського та Любашувського повітів Підкарпатського воєводства. Шляхом графічного представлення розбиття площин на області за допомогою точок Вороного досліджено, що підрозділ м. Рава-Руська спроможний взаємодіяти з підрозділом Томашувського повіту; села Медика – Мостиського району; м. Перемишля – м. Добромила. Встановлено, що вдосконалювати ефективність взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів України та Польщі у сфері ліквідації пожеж в природних екосистемах можна шляхом укладання угод про спільне реагування на такі пожежі між прикордонними територіальними громадами.

**Ключові слова:** пожежно-рятувальний підрозділ, пожежі в природних екосистемах, діаграми Вороного оптимальне розміщення, залучення, взаємодія.

*A. A. Renkas, V. I. Tovarianskyi*

*Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine*

## ASPECTS OF BORDER INTERACTION BETWEEN FIRE AND RESCUE DEPARTMENTS OF UKRAINE AND THE EUROPEAN UNION COUNTRIES IN THE FIELD OF FIRES ELIMINATION IN NATURAL ECOSYSTEMS

**Formulation of the problem.** Fires in natural ecosystems lead to serious consequences: loss of biodiversity, destruction of the lithosphere, detrimental effects on the climate, harm to the life and health of living organisms, as well as significant economic losses. Even when taking into account measures to prevent wildfires, circumstances may sometimes arise that make these measures ineffective. Therefore, the current direction today for preventing the spread of such fires is the timely identification of their sources and reducing the duration of response to them through the optimal placement and interaction of fire and rescue units.

**The purpose of the work** is to explore the possibilities of interaction between fire and rescue units within the border areas of Ukraine and Poland through their optimal placement.

**Description of the material.** The work analyses the features of the deployment of state and voluntary fire and rescue units of the Republic of Poland and Ukraine along the border between part of the Lviv region and parts of the territories of the Podkarpackie and Lublin voivodeships. The distances of territories from the locations of fire and rescue units were studied by dividing the plane into service areas using Voronoi diagrams. The prospects for attracting fire and rescue units of Ukraine and Poland are described, taking into account the mechanism for attracting foreign civil protection forces.

**Results.** It has been substantiated that to interact when extinguishing fires in natural ecosystems on the border territory of Ukraine and Poland, it is advisable to use fire and rescue units located in the first and second lines near the border of Yavorivsky, Lvivsky, Samborsky and Sokalsky districts of the Lviv region, as well as Chelmsky, Grubeshovsky and Tomashevsky counties of the Lublin Voivodeship, Bieszczady, Przemilski, Yaroslav and Lubaszowski counties of the Subcarpathian Voivodeship. By graphically representing the division of planes into regions using Voronoi points, it was discovered that the subdivision of the city of Ravi-Russkaya is capable of interacting with the subdivision of Tomashevsky district; in the village Medica – Mostissky district; to the city of Przemysl - from the city of Dobromil. It has been established that improving the efficiency of interaction between fire and rescue units of Ukraine and Poland in the field of eliminating fires in natural ecosystems can be achieved by concluding agreements on a joint response to such fires between border territorial communities.

**Keywords:** fire and rescue unit, fires in natural ecosystems, Voronoi diagrams, optimal placement, attraction, interaction.

**Вступ.** Щороку в Україні виникає понад 500 пожеж в природних екосистемах: в лісових масивах, зонах лісостепу та степу, на торфовищах тощо, що становить близько 1 % від загальної кількості пожеж. Такі пожежі поширюються на великі площі, характеризуються тривалістю гасіння та необхідністю залучення значної кількості особового складу і техніки, а що найгірше – завдають масштабних збитків. Тому поряд з питанням своєчасного виявлення та запобігання пожежам в природних екосистемах стоїть застосування дій та заходів щодо їх ефективної локалізації.

Найбільш розповсюдженим методом локалізації пожеж в лісах є створення протипожежних розривів і бар'єрів, а також облаштування та поновлення мінералізованих смуг. Проте, як свідчить практика, ці заходи є малоефективними. Тому пріоритетним на сьогодні напрямом боротьби із розповсюдженням лісових пожеж є своєчасне виявлення їх осередків та зменшення тривалості реагування на них шляхом оптимального розміщення та взаємодії підрозділів пожежної охорони (державної, відомчої, місцевої та добровільної).

**Мета роботи** – дослідити можливості взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів в межах прикордонних територій України та Польщі шляхом їх оптимального розміщення.

**Виклад матеріалу.** У 2022 році зросла кількість пожеж у лісах у 2,3 раза в порівняно з 2021 роком, при цьому площа таких пожеж збільшилась аж у 77 разів [1]. Зокрема, пожежі на території Дунайського біосферного заповідника, які виникали у 2022 році, призвели до прямих матеріальних збитків на суму 4 млн 412 тис. 672 грн, а побічних – 5 млн 354 тис. 262 грн [2]. Загалом через природні пожежі у 2022 році Україна втратила в 30 разів більше лісів, ніж у попередні періоди [3]. До погіршення стану пожежної безпеки в

екосистемах, особливо в 2022–2023 роках, призвела повномасштабна війна, оскільки в цей період понад 59 тис га лісів та інших насаджень знищено та випалено ракетами і снарядами, а їх відновлення триватиме протягом кількох десятків років [4].

Координація діяльності з питань запобігання та локалізації пожеж в природних екосистемах насамперед регулюється законодавчою базою, зокрема керівними документами, які регламентують гасіння пожеж в природних екосистемах [5, 6]. Крім цього, невід'ємною складовою є проведення наукових досліджень в цій області. Так, в роботі [7] автор досліджує чинники впливу на локалізацію лісової пожежі, а група науковців в роботі [8] дослідила можливості використання пристосованої техніки для локалізації та ліквідації лісових пожеж в Україні. Разом з цим досліджувались методи оптимізації просторового розміщення пожежних підрозділів з урахуванням функціональних зон населених пунктів [9], особливості розташування моніторингових протипожежних зон в лісах [10], а також методи оптимального розміщення зон дислокації протипожежної техніки та обладнання [11, 12]. Проте, недостатньо дослідженим залишається застосування запропонованих вище методів у практичній діяльності, зокрема в контексті обґрунтування ефективності дій з реагування на пожежі в природних екосистемах, яка, як відомо, досягається:

– налагодженою взаємодією пожежно-рятувальних підрозділів з підрозділами лісового господарства;

– скороченням часу виявлення пожежі та шляхів введення сил та засобів;

– наявністю лісових пожежних станцій;

– вивченням характеристик лісових насаджень;

– наявністю пристосованої протипожежної техніки та обладнання та ін.

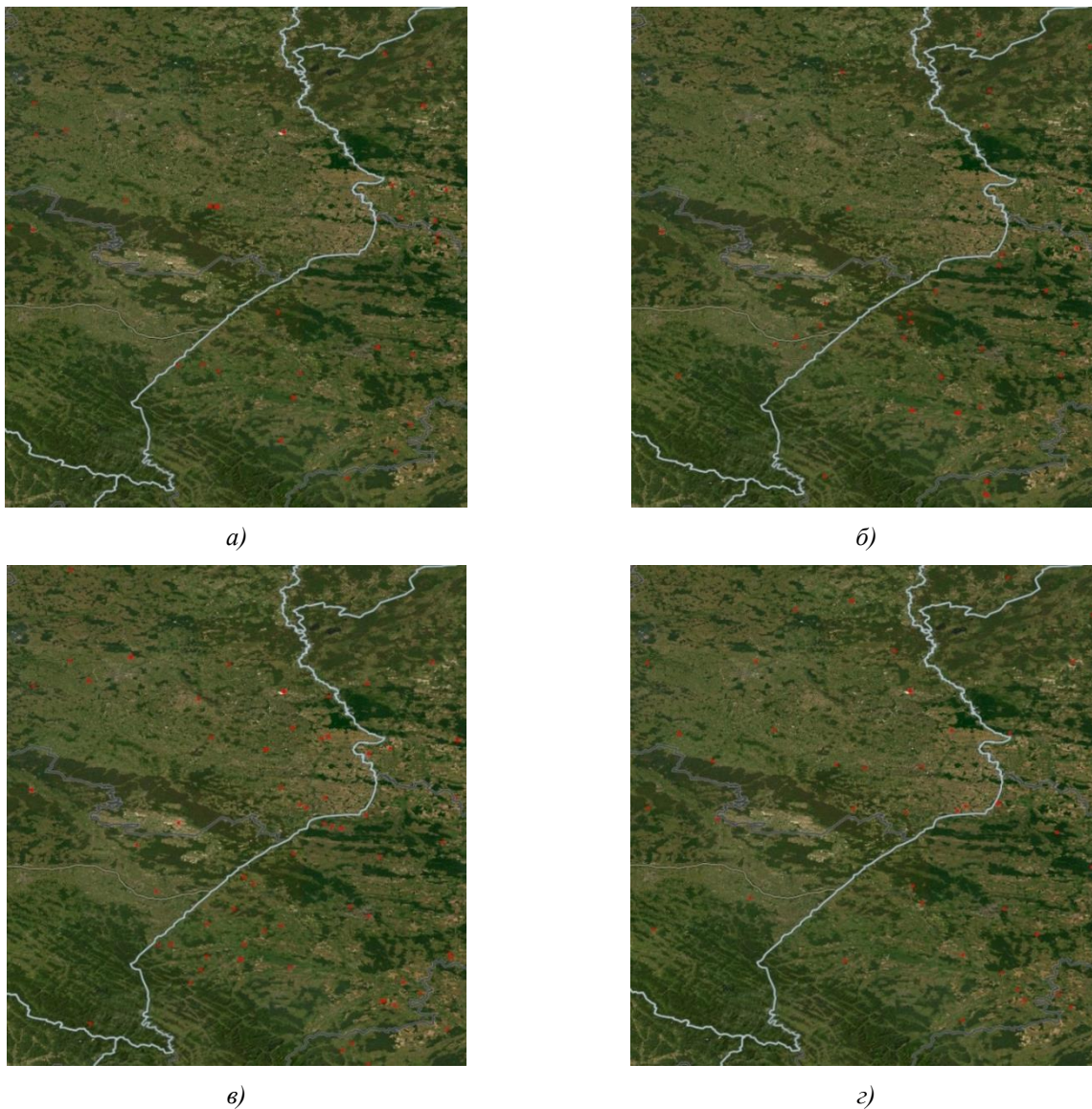
Ці аспекти важливо досліджувати комплексно,

з огляду на організаційні, технічні та тактичні можливості міждержавної співпраці з країнами Європейського союзу, зокрема з Республікою Польща.

Вздовж кордону України та Польщі розташовані ліси Малого Полісся (протяжністю близько 85 км), ліси Волинського Полісся (протяжністю 80 км) та ліси Східних Бескидів Карпатських гір (протяжністю 70 км). Таким чином,

вздовж кордону з Польщею простягається лісиста місцевість, що становить близько 44 % від загальної довжини кордону.

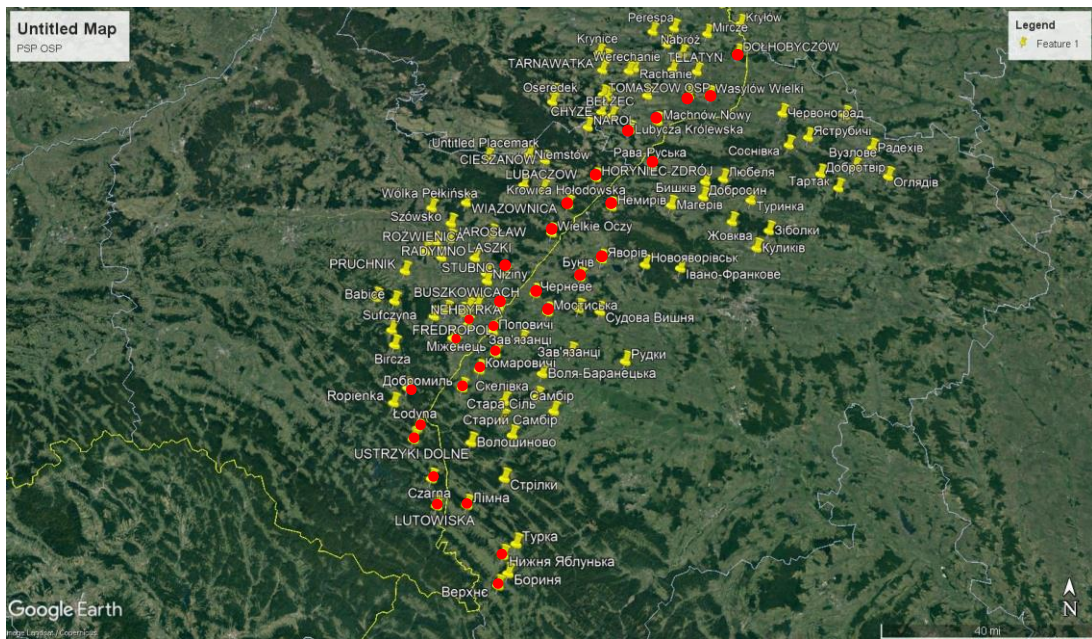
Досліджуючи пожежонебезпечні періоди 2022 року, зазначимо, що найчастіше виникали природні пожежі вздовж кордону між Україною та Польщею в квітні – травні та серпні – вересні [13] (рис. 1).



**Рисунок 1** – Пожежі, що виникали в природних екосистемах у 2022 році вздовж кордону між Україною та Польщею: а) квітень; б) травень; в) серпень; г) вересень [13]

Під час досліджень встановлено, які пожежно-рятувальні підрозділи України [14] можуть бути задіяні для гасіння пожеж на території Польщі. Також запропоновано пожежно-рятувальні підрозділи Польщі [15], які могли б бути залучені до гасіння пожеж на території України. Для цього обрано ділянку кордону, яка охоплює частину Львівської області України та частину Підкарпатського і

Люблінського воєводств. При цьому з добровільних пожежних частин Польщі вибрано лише ті, які включені до національної системи пожежно-рятувального забезпечення. На карту нанесено державні та добровільні пожежно-рятувальні підрозділи (виділено жовтим кольором), а підрозділи, що розташовані найближче до лінії кордону – додатково виділено червоним кольором (рис. 2).

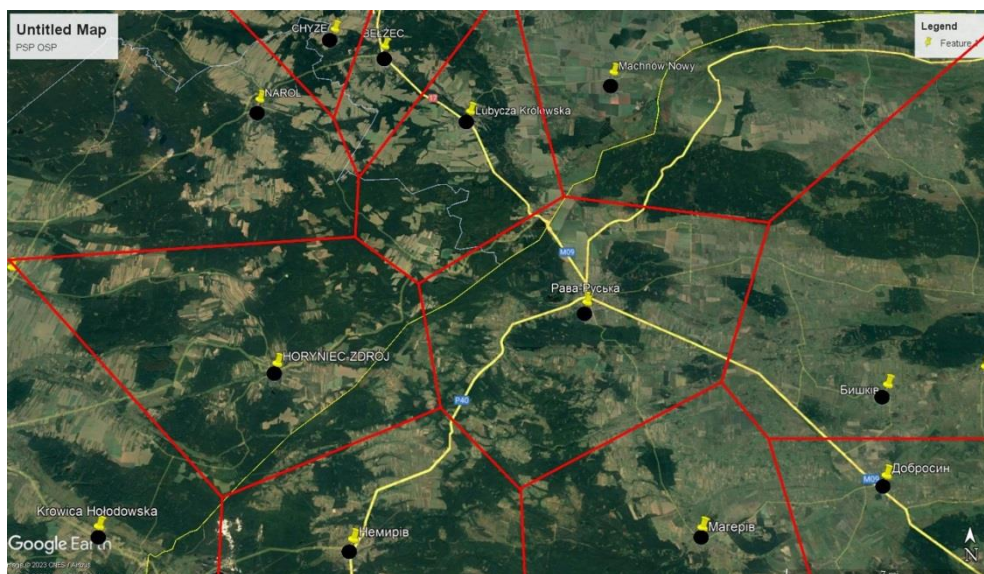


**Рисунок 2** – Дислокація пожежно-рятувальних підрозділів вздовж ділянки кордону між Україною та Польщею

Для взаємодії під час гасіння пожеж в природних екосистемах на прикордонній території України та Польщі доцільно задіювати пожежні частини, які розташовані в першій та другій лініях поблизу кордону Яворівського, Львівського, Самбірського та Сокальського районів Львівської області, а також Хелмського, Грубешувського та Томашувського повітів Люблінського воєводства, Бещадського, Пшемисьльського, Ярославського та Любашувського повітів Підкарпатського воєводства.

Далі досліджено віддаленості територій від місць розташування пожежних підрозділів шляхом розбиття площини на зони обслуговування із застосуванням діаграм Вороного [16]. З цією

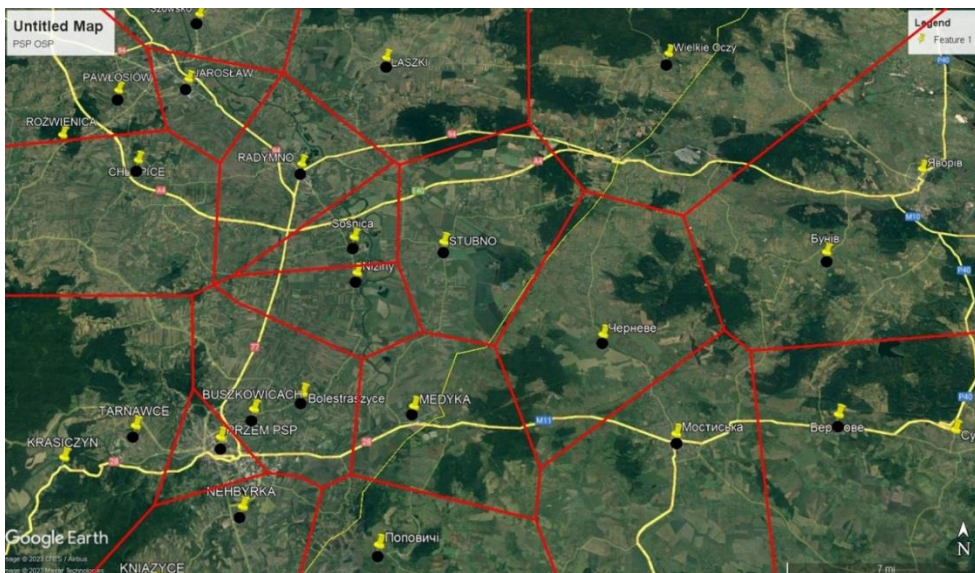
метою обрано три ділянки поблизу державного кордону. Перший міжнародний пункт пропуску через Рава-Руська – Гребенне. Вершинами діаграми є місця розташування пожежних підрозділів. Вузлами ребер комірок є точки, що рівновіддалені від 3-ох або більше пожежно-рятувальних підрозділів. Границями на діаграмі Вороного є всі точки на площині, які рівновіддалені від двох найближчих вершин. Як бачимо для цієї зони відстань між пожежно-рятувальними підрозділами становить близько 13 км (м. Рава-Руська–с.Потоки). Як бачимо, підрозділ, що розташований в Раві-Руській, міг би покрити частину Томашувського повіту (рис. 3).



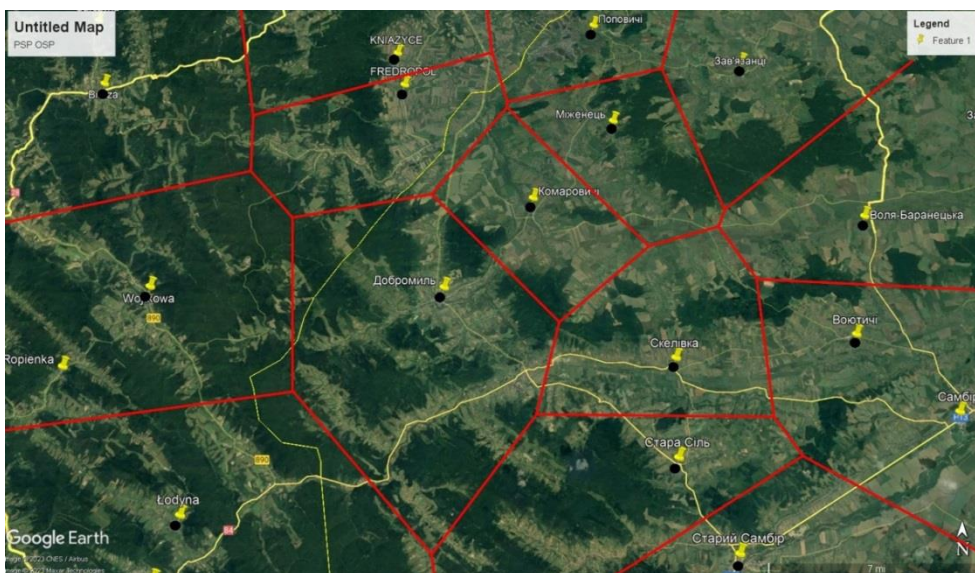
**Рисунок 3** – Ділянка кордону із зображенням пожежно-рятувальних підрозділів поблизу пункту пропуску м. Рава-Руська — с. Гребенне

Другий пункт пропуску – Шегині–Медика. Відстань між пожежно-рятувальними підрозділами становить 19 км. Тут навпаки: бачимо, що підрозділ, який розташований в с. Медика міг би перекрити частину територіальної громади Мостиського району (рис. 4). Третя ділянка – дорога, яка сполучає м. Доброміль та м. Перемишль. На цій ділянці спостерігаємо аналогічну ситуацію. Найменша відстань між пожежно-рятувальними підрозділами

м. Доброміль та м. Перемишль становить близько 24 км. Проте пункту пропуску тут немає. Відповідно взаємодія підрозділів для надання допомоги один-одному на цій ділянці на сьогодні день налагоджена. Вирішенням цієї проблеми може бути встановлення спеціального контрольно-пропускного пункту, який би забезпечував взаємодію сил цивільного захисту України та Польщі в надзвичайних ситуаціях.



**Рисунок 4** – Ділянка кордону із зображенням пожежно-рятувальних підрозділів поблизу пункту пропуску с. Шегині — с. Медика



**Рисунок 5** – Ділянка кордону із зображенням пожежно-рятувальних підрозділів поблизу пункту пропуску с. Нижанковичі — с. Мальховіце

Аналогічні діаграми можна побудувати і для інших ділянок кордону.

Зазначимо, що донедавна процес залучення іноземних держав для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на території України був досить складним [17]. Пояснюємо це тим, що

залучення іноземних підрозділів пожежно-рятувальних служб здійснюється через Організацію Об'єднаних Націй (ООН), а саме через The United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (ОСНА). Такий процес є досить тривалим, оскільки звертатись до цього

органу повинен уряд України. Після надходження звернення ОСНА створює комісію, до якої входять експерти The United Nations Disaster Assessment and Coordination (UNDAC). Після отримання висновку експертів з урахуванням потреб залучення додаткових сил та ресурсів від Національного штабу з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС) видається указ

Президента чи постанова Уряду про скерування запиту щодо залучення міжнародних рятувальних сил. Далі створюється Польовий координаційний центр, відбувається реєстрація команд, які бажають надати допомогу Україні, координація дій цих команд та інше. Структурно-логічна схема механізму залучення іноземних сил цивільного захисту зображена на рис. 6.

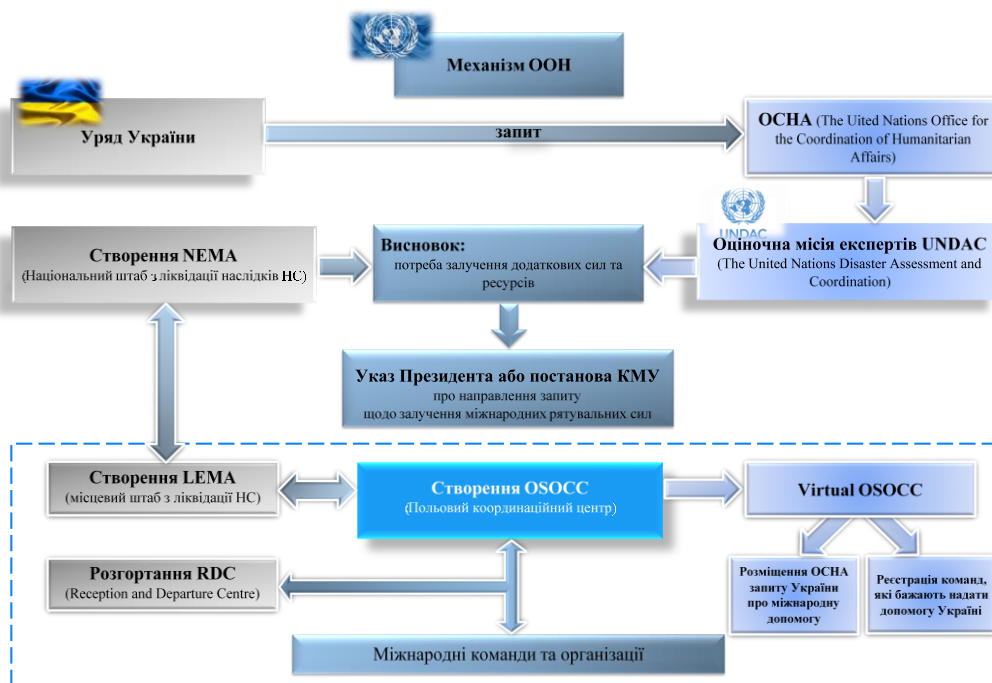


Рисунок 6 – Механізм залучення іноземних сил цивільного захисту [17]

Зрозуміло, що цей процес може зайняти період від декількох днів до тижня часу, а у випадку виникнення й поширення пожеж в природних екосистемах – це занадто довго.

На сьогодні Україна є членом Механізму цивільного захисту (UCPM) Європейського Союзу (ЄС), підписання угоди щодо членства в якому відбулось у квітні 2023 року. Незважаючи на те, що механізм цивільного захисту ЄС створений переважно для внутрішніх потреб ЄС, UCPM може бути задіяний для надання допомоги й іншим країнам.

UCPM спрямований не лише на реагування, але й на запобігання НС та підготовку країн-учасниць до реагування на них. Ця підготовка включає проведення відповідного теоретичного навчання особового складу, який може бути задіяний до подолання наслідків НС, відпрацювання практичних вправ з подолання наслідків НС різноманітного характеру, обміну експертами з різних напрямків для відпрацювання міжвідомчої взаємодії та розроблення планів реагування на випадок НС, навчання особового складу правильному застосуванню та використанню відповідних технічних засобів тощо.

Варто зазначити, що Україна разом із сусідніми країнами-учасниками систем UCPM уже реалізувала ряд спільних проєктів. Ці проєкти спрямовані на покращення заходів щодо запобігання та забезпечення готовності до реагування на техногенні та природні НС, що одночасно уражають країни-сусіди, шляхом проведення низки навчань для зміцнення національного потенціалу кожної країни та покращення взаємодії у разі залучення UCPM. Спільні навчання показали, що українські та польські пожежно-рятувальні підрозділи злагоджено працюють під час ліквідації пожеж та НС іншого характеру.

### Висновки

1. Обґрунтовано, що ефективність дій з реагування на пожежі в природних екосистемах у прикордонній зоні між Україною та Польщею може бути досягнуто шляхом взаємодії через пункти пропуску.

2. З метою забезпечення ефективності сумісних дій на початковому етапі доцільним вважаємо запропонувати заходи, які спрямовані на укладання угод про спільне реагування на пожежі у природних екосистемах між прикордонними

територіальними громадами. Прикладом цьому може бути міжнародний пункт пропуску через м. Рава-Руська – с. Гребенне, де відстань між пожежно-рятувальними підрозділами становить близько 13 км.

3. Згідно з дослідженням, пропонуємо послідовність рішень щодо взаємодії між Україною та Польщею. На районному рівні – це повинна бути угода між Львівським районом та Томашувським повітом, а на обласному – між Львівською областю та Підкарпатським воєводством. Оскільки використана методика накладання діаграм Вороного описує зони близькості по прямій, а через кордон доведеться прямувати виключно через пункти пропуску, цю особливість потрібно враховувати в процесі розрахунку найближчого пожежно-рятувального підрозділу з кожного боку кордону. При цьому також слід звернути увагу на можливість надання безперешкодного перетину кордону українськими підрозділами для реагування на пожежі в природних екосистемах.

#### Список літератури

1. Державне агентство лісових ресурсів України. URL: <https://forest.gov.ua/agentstvo/polozhennya-pro-derzhlisagentstvo> (дата звернення 15.12.2023).

2. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2022 року. URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/1/6/0/8/6/7/7/analychna-dovidka-pro-pojeji-122022.pdf> (дата звернення 15.12.2023).

3. Через пожежі у 2022 році Україна вже втратила в 30 разів більше лісів, ніж у попередні періоди. URL: <https://rubryka.com/2022/11/03/cherez-pozhezhi-u-2022-rotsi-ukrayina-vzhe-vtratyla-v-30-raziv-bilshe-lisiv-nizh-u-poperedni-periody-wwf-ukrayina/> (дата звернення 17.12.2023).

4. Кузик А. Д., Товаряньський В. І. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми України та їх післявоєнне відновлення. «Вісник ЛДУ БЖД», №27, 2023. 16–22. DOI:10.32447/20784643.27.2023.02.

5. Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України: наказ Державного комітету лісового господарства України від 27.12.2004 року №278. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05#Text> (дата звернення: 11.01.2024).

6. Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж: наказ МВС України від 26.04.2018 року №340. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0802-18#Text> (дата звернення: 11.01.2024).

7. Гуліда Е. М. Визначення локалізаційної границі та чинників локалізації лісової пожежі. «Пожежна безпека», №30, 2017. С. 77–82.

8. Попович В. В., Ренкас А. Г., Руденко Д. В. Аналіз пристосованої техніки для гасіння лісових пожеж. «Пожежна безпека», №18, 2011. С. 139–144.

9. Chen Y. et al. Spatial Location Optimization of Fire Stations with Traffic Status and Urban Functional Areas. *Appl. Spatial Analysis*, Num. 16, 2023. Pp.771–788. DOI: 10.1007/s12061-023-09502-5.

10. Bao S. et al. Optimizing watchtower locations for forest fire monitoring using location models // *Fire safety journal*. Num. 71., 2015. Pp. 100–109. DOI: 10.1016/j.firesaf.2014.11.016.

11. Havrys A., Yakovchuk R., Pekarska O., Tur N. Visualization of Fire in Space and Time on the Basis of the Method of Spatial Location of Fire-Dangerous Areas. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 24(2), 2023. Pp. 28 – 37. DOI: 10.12912/27197050/156971.

12. Renkas, A., Popovych, V., Rudenko, D. Optimization of Fire Station Locations to Increase the Efficiency of Firefighting in Natural Ecosystems. *Environmental Research, Engineering and Management*, 78(1), 2022. Pp. 97 – 104. DOI: 10.5755/j01.arem.78.1.25581.

13. Global fire map and data. NASA. URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/> (дата звернення: 11.02.2024).

14. Головне управління ДСНС України у Львівській області. Структура. URL: <https://lv.dsns.gov.ua/uk/struktura> (дата звернення: 11.02.2024).

15. Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy. Organizacja KSRG. URL: <https://www.gov.pl/web/kgpsp/organizacja-ksrg> (дата звернення: 12.01.2024).

16. Liu L. et al. The application of Voronoi algorithm in the planning of forest-fire // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 490, Issue 4. Pp. 1–4. DOI: 10.1088/1757-899X/490/4/042008.

17. Яковчук, Р. С., Лоїк В. Б., Синельников О. Д., Ковальчук В. М. Обґрунтування моделі механізму цивільного захисту організації північноатлантичного договору та його активації в умовах особливого періоду в Україні. «Науковий вісник: Державне управління», (2 (12), 2022. С.165–181. DOI: 10.33269/2618-0065-2022-2(12)-165-181.

#### References

1 Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrayiny [State Agency of Forest Resources of Ukraine]. URL: <https://forest.gov.ua/agentstvo/polozhennya-pro-derzhlisagentstvo> (date of application 15.12.2023).

2. Analitichna dovidka pro pozhezhi ta yikh naslidky v Ukrayini za 12 misyatsiv 2022 roku [Analytical report on fires and their consequences in Ukraine for 12 months of 2022]. URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/1/6/0/8/6/7/7/7/analychna-dovidka-pro-pojeji-122022.pdf>. (date of application 15.12.2023).

3. Cherez pozhezhi u 2022 rotsi Ukrayina vzhe vtratyla v 30 raziv bil'she lisiv, nizh u poperedni periody [Due to fires in 2022, Ukraine has already lost 30 times

- more forests than in previous periods]. URL: <https://rubryka.com/2022/11/03/chez-pozhezhi-u-2022-rotsi-ukrayina-vzhe-vtratyla-v-30-raziv-bilshe-lisiv-nizh-u-poperedni-periody-wwf-ukrayina/>. (date of application 17.12.2023).
4. Kuzyk, A. D., & Tovarianskyi, V. I. (2023). Vplyv voyennykh diy na lisovi ekosystemy Ukrainy ta yikh pislyavoyenne vidnovlennya [The Impact Of Military Actions On Forest Ecosystems Of Ukraine And Their Post-War Restoration]. *Visnyk L'vivskoho derzhavnoho universytetu bezpeky zhyttyediyal'nosti – Bulletin of Lviv State University of Life Safety*, Issue 27, 16–22. [in Ukrainian]. DOI:10.32447/20784643.27.2023.02.
5. Pro zatverdzhennya Pravyl pozhezhnoyi bezpeky v lisakh Ukrainy: nakaz Derzhavnoho komitetu lisovoho hospodarstva Ukrainy vid 27.12.2004 roku №278 [On the approval of the Rules of Fire Safety in the Forests of Ukraine: order of the State Forestry Committee of Ukraine dated December 27, 2004 No. 278]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05#Text> (date of application: 11.01.2024).
6. Statut diy orhaniv upravlinnya ta pidrozdiliv Operativno-ryatuval'noyi sluzhby tsyvil'noho zakhystu pid chas hasynnya pozhezh: nakaz MVS Ukrainy vid 26.04.2018 roku №340 [Statute of actions of management bodies and divisions of the Operational Rescue Service of Civil Protection during firefighting: Order of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine dated April 26, 2018 No. 340]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0802-18#Text> (date of application: 11.01.2024).
7. Hulida E. M. (2017). Vyznachennya lokalizatsiyanoi hranynsi ta chynnykiv lokalizatsiyi lisovoyi pozhezhi [Determination of The Localization Border and Factors of Localization of Forest Fire]. *Pozhezhna bezpeka – Fire safety*. Issue 30, Pp. 77–82. [in Ukrainian].
8. Popovych, V., Renkas, A., & Rudenko, D. (2011). Analiz prystosovanoyi tekhniki dlya hasynnya lisovykh pozhezh [Analysis of Technique Adapted for Forest Fires Extinguishment]. *Pozhezhna bezpeka – Fire safety*. Issue 18, Pp. 139–144. [in Ukrainian].
9. Chen, Y., Wu, G., Chen, Y., & Xia, Z. (2023). Spatial location optimization of fire stations with traffic status and urban functional areas. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 16(2), 771–788. [in English]. DOI: 10.1007/s12061-023-09502-5.
10. Bao, S., Xiao, N., Lai, Z., Zhang, H., & Kim, C. (2015). Optimizing watchtower locations for forest fire monitoring using location models. *Fire safety journal*, 71, 100–109. [in English]. DOI: 10.1016/j.firesaf.2014.11.016.
11. Havrys A., Yakovchuk R., Pekarska O., & Tur N. (2023). Visualization of Fire in Space and Time on the Basis of the Method of Spatial Location of Fire-Dangerous Areas. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 24(2), 28 – 37. [in English]. DOI: 10.12912/27197050/156971.
12. Renkas, A., Popovych, V., & Rudenko, D. (2022). Optimization of Fire Station Locations to Increase the Efficiency of Firefighting in Natural Ecosystems. *Environmental Research, Engineering and Management*, 78(1), 97 – 104. [in English]. DOI: 10.5755/j01.ere.m.78.1.25581.
13. Global fire map and data. NASA. URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/> (дата звернення: 11.02.2024).
14. Holovne upravlinnya DSNS Ukrainy u L'vivskiy oblasti [The main department of the State Emergency Service of Ukraine in the Lviv region. Structure]. URL: <https://lv.dsns.gov.ua/uk/struktura>. (date of application 12.01.2023).
15. National Rescue and Firefighting System. Organization of the NRFS of Poland. URL: <https://www.gov.pl/web/kgpsp/organizacja-ksrg>. (date of application 12.01.2023).
16. Liu, L., Yang, F., Wang, Z., & Wang, Y. (2019). The application of Voronoi algorithm in the planning of forest-fire. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 490, No. 4, p. 042008). IOP Publishing. [in English]. DOI: 10.1088/1757-899X/490/4/042008.
17. Yakovchuk, R., Loik, B., Synelnikov, A., Kovalchuk, V., & Polishchuk, V. (2022). Obruntuvannya modeli mekhanizmu tsyvil'noho dohovoru ta yoho aktyvatsiyi v umovakh osoblyvoho periodu v Ukraini [Reasoning for the Model of Nato's Civil Protection Mechanism and Its Activation in a Special Period in Ukraine]. *Naukovyy visnyk: Derzhavne upravlinnya – Scientific Herald: Public Administration*, (2 (12), 165–181. [in Ukrainian]. DOI: 10.33269/2618-0065-2022-2(12)-165-181.

© А. А. Ренкас, В. І. Товарянський, 2024.

**Науково-методична стаття.**

Надійшла до редакції 25.01.2024.

Прийнято до публікації 12.06.2024.