

# Інформаційні технології для запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій

УДК 351.861

DOI: 10.30748/soi.2019.158.14

В.В. Тютюник<sup>1</sup>, В.Д. Калугін<sup>1</sup>, О.О. Писклакова<sup>1</sup>, В.А. Затхей<sup>2</sup>, О.В. Тесленко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний університет цивільного захисту України, Харків

<sup>2</sup> Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Харків

## ДИНАМІКА КЛАСТЕРИЗАЦІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЗА РІВНЕМ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЄДИНОЇ ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

На основі аналізу динаміки кластеризації регіонів України за рівнем пожежної небезпеки (кількість пожеж та загиблих) дана оцінка ефективності функціонування Єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДСЦЗ). З урахуванням невизначеності параметрів, які впливають на умови нормального функціонування території держави, запропоновано створення ефективної інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій (НС) при комплексному включенні в діючу ЄДСЦЗ по вертикалі від об'єктового до державного рівнів, різних функціональних елементів територіальної системи моніторингу НС та системи ситуаційних центрів.

**Ключові слова:** пожежа, надзвичайна ситуація, динаміка пожежної небезпеки, кластерний аналіз, невизначеність інформації, Єдина державна система цивільного захисту, інформаційно-аналітична підсистема управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій, система моніторингу надзвичайних ситуацій, система ситуаційних центрів.

### Вступ

**Постановка проблеми.** В Україні для забезпечення реалізації державної політики у сфері цивільного захисту функціонує Єдина державна система цивільного захисту, яка складається з функціональних і територіальних підсистем [1–2] та спрямована на розв'язання питань забезпечення необхідного рівня безпеки життєдіяльності території держави лише в умовах, коли виникла НС.

При цьому, цілковито відкритими для держави залишаються проблемні питання реалізації, базуючись на уявленнях системного підходу та за даними рис. 1, в системі ЄДСЦЗ функції моніторингу та розробки ефективних управлінських рішень всіх локальних підсистем, спрямованих на попередження та локалізацію НС, в умовах зародження джерел небезпек різної природи [3–4]. Це вказує на необхідність термінового розв'язання питань включення до складу ЄДСЦЗ інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків НС.

Створення ефективної інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків НС пропонується у відповідності за підходом, який графічно представлено на рис. 2. У цьому підході реалізовано комплексне

включення в діючу систему ЄДСЦЗ по вертикалі від об'єктового до державного рівнів різних функціональних елементів територіальної підсистеми моніторингу НС та складових підсистеми ситуаційних центрів, які жорстко пов'язані між собою на інформаційному та виконавчому рівнях для прийняття відповідних антикризових рішень для розв'язання різних функціональних задач моніторингу, попередження та ліквідації НС природного, техногенного, соціального та воєнного характеру [5–6].

Одним з актуальних напрямків розробки у ЄДСЦЗ інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження, локалізації та ліквідації наслідків НС є забезпечення стану стабільного функціонування території України в умовах прояву пожежної небезпеки, який потребує комплексного вивчення, в умовах невизначеності вхідних даних, як безпосередньо умов зародження та розвитку пожежної небезпеки, так і взаємозв'язків, що впливатимуть надалі на каскадні прояви небезпек різного характеру, а також наслідків від цих небезпек. Для цього необхідне формування об'єктивних критеріїв, які, по-перше, мають визначати рівень доцільності застосування запропонованих заходів з підвищення рівня безпеки держави, по-друге, будуть основою для створення відповідної системи захисту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В умовах нерівномірного розподілу джерел небезпек по території України кожній області держави притаманні свої рівні природного, техногенного, соціального та воєнного навантажень, які впливають на склад сил та тактико-технічні характеристики засобів системи безпеки. Знання цих рівнів необхідно

для адекватного реагування на небезпеки. Тому оцінка ефективності функціонування існуючої ЄДСЦЗ потребує розробки наукових підходів щодо урахування динамічних особливостей регіонів за якісно-кількісним рівнем небезпеки та стабільністю життєдіяльності території держави в умовах дестабілізуючого впливу цих небезпек [3–4; 7–9].

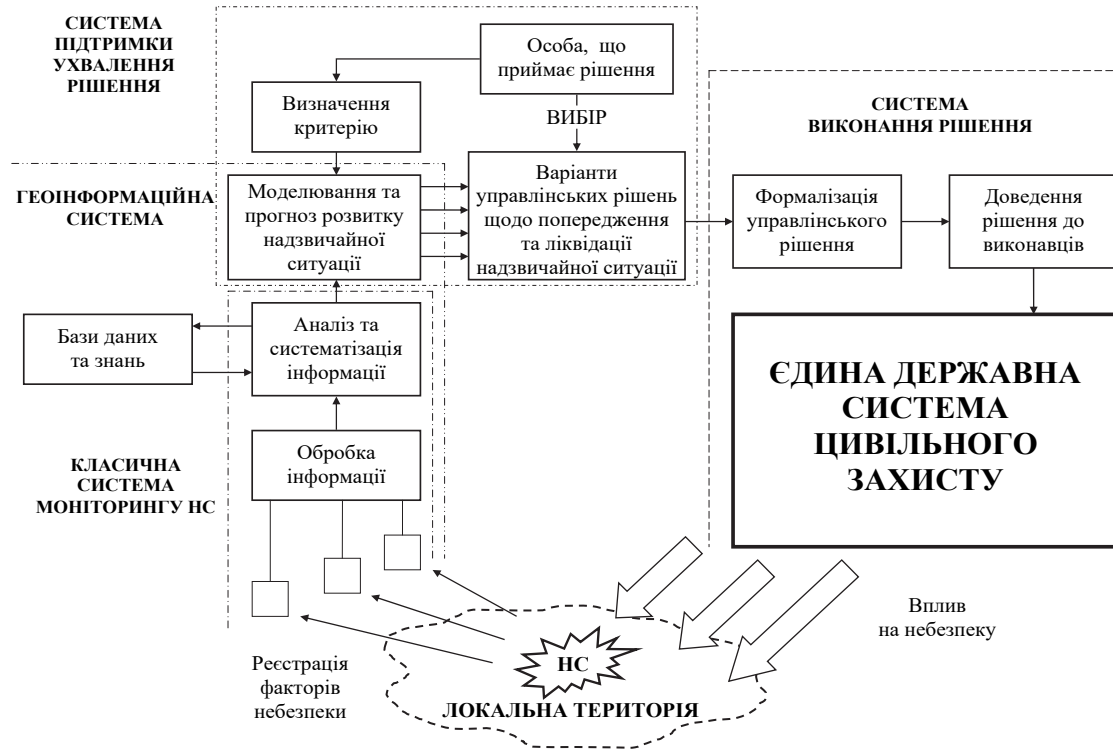


Рис. 1. Схема класичного контуру управління щодо реалізації функцій моніторингу, попередження та ліквідації НС, а також місце існуючої ЄДСЦЗ в цьому контурі

Аналіз наукової літератури [10–15] показує, що при розв’язанні проблеми формування системи комплексних заходів для запобігання НС різної природи виникає необхідність дослідження особливостей прояву нелінійних взаємозв’язків між складовими процесів життєдіяльності України у режимах повсякденного функціонування та надзвичайного стану.

Тому, загальною метою нашого дослідження є розвиток, базуючись на уявленнях системного підходу та шляхом використання методів штучного інтелекту, науково-технічних основ створення у ЄДСЦЗ інформаційно-аналітичної підсистеми підтримки прийняття рішень щодо забезпечення функціонування ситуаційних центрів для стратегічного управління процесами попередження, локалізації та ліквідації наслідків НС.

### Виклад основного матеріалу

#### Постановка завдання та його вирішення.

Метою цієї роботи є розробка системи критеріїв оцінювання ефективності функціонування в умовах невизначеності вхідної інформації ЄДСЦЗ шляхом проведення наукових досліджень, спрямованих на аналіз динаміки класифікації та ранжирування на регіональному рівні управління локальних територій України за ступенем пожежної небезпеки.

Стан стабільності функціонування локальної території в умовах прояву пожеж та функціонування ЄДСЦЗ –  $F_{ЄДСЦЗ}$ , можливо записати у вигляді системи рівнянь, базуючись на основних постулатах теорії катастроф та синергетики [16–19]:

$$\begin{cases} R_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}} (K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}}, W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}}) = \Phi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}} (G_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}}, F_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}}, F_{ЄДСЦЗ_{\text{ПВ}}}^{\text{Прир.}}), \\ R_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}} (K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}}, W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}}) = \Phi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}} (G_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}}, F_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}}, F_{ЄДСЦЗ_{\text{ПВ}}}^{\text{Техн.}}), \\ R_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}} (K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}}, W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}}) = \Phi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}} (G_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}}, F_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}}, F_{ЄДСЦЗ_{\text{ПВ}}}^{\text{Соц.}}), \\ R_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}} (K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}}, W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}}) = \Phi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}} (G_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}}, F_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}}, F_{ЄДСЦЗ_{\text{ПВ}}}^{\text{Воєн.}}), \end{cases} \quad (1)$$

де  $R_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}} \left( K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}}, W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}} \right)$ ,  $W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}} = \text{row} \left( w_{\text{Пожеж.М}}^{\text{Соц.}}, w_{\text{Пожеж.НМ}}^{\text{Соц.}}, w_{\text{Пожеж.Е}}^{\text{Соц.}} \right)$ ,  
 $R_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}} \left( K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}}, W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}} \right)$ ,  $R_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}} \left( K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}}, W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}} \right)$ ,  $W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}} = \text{row} \left( w_{\text{Пожеж.М}}^{\text{Воєн.}}, w_{\text{Пожеж.НМ}}^{\text{Воєн.}}, w_{\text{Пожеж.Е}}^{\text{Воєн.}} \right)$   
 $R_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}} \left( K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}}, W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}} \right)$  – показники виникнення ризиків пожежних небезпек природного, техногенного, соціального та воєнного характеру;  $K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}}$ ,  $K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}}$ ,  $K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}}$ ,  $K_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}}$  – кількісні показники виникнення пожеж природного, техногенного, соціального та воєнного характеру;  $W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}} = \text{row} \left( w_{\text{Пожеж.М}}^{\text{Прир.}}, w_{\text{Пожеж.НМ}}^{\text{Прир.}}, w_{\text{Пожеж.Е}}^{\text{Прир.}} \right)$ ,  
 $W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}} = \text{row} \left( w_{\text{Пожеж.М}}^{\text{Техн.}}, w_{\text{Пожеж.НМ}}^{\text{Техн.}}, w_{\text{Пожеж.Е}}^{\text{Техн.}} \right)$ ,  
 $W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}}$ ,  $W_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}}$  – показники збитків від пожеж природного, техногенного, соціального та воєнного характеру;  $w_{\text{М}}$ ,  $w_{\text{НМ}}$ ,  $w_{\text{Е}}$  – показники матеріального, нематеріального та екологічного збитку від пожеж;  $\Phi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}}$ ,  $\Phi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}}$ ,  $\Phi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}}$ ,  $\Phi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Воєн.}}$  – загальні функціонали, які визначаються властивостями локальної території до прояву пожеж природного, техногенного, соціального та воєнного характеру;

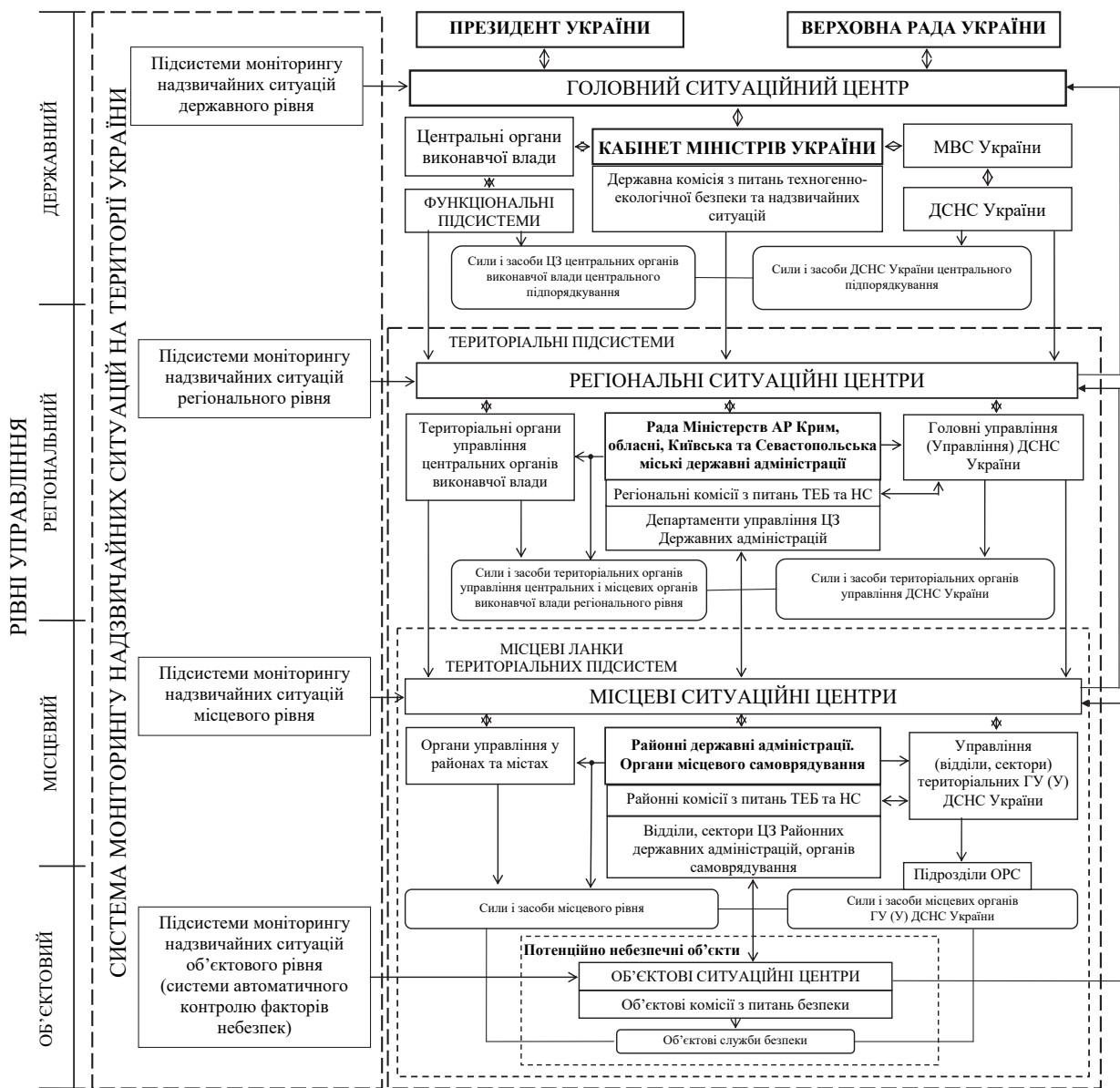


Рис. 2. Комплексна функціональна схема інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження, локалізації та ліквідації наслідків НС у Єдиній державній системі цивільного захисту

$G_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}} = \xi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}} (g_{\text{П}}, g_{\text{Т}}, g_{\text{С}}, g_{\text{В}}),$   
 $G_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}} = \xi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}} (g_{\text{П}}, g_{\text{Т}}, g_{\text{С}}, g_{\text{В}}),$   
 $G_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}} = \xi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}} (g_{\text{П}}, g_{\text{Т}}, g_{\text{С}}, g_{\text{В}}),$   
 $G_{\text{Пожеж.}}^{\text{Восн.}} = \xi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Восн.}} (g_{\text{П}}, g_{\text{Т}}, g_{\text{С}}, g_{\text{В}})$  – попередні фактори прояву пожежної небезпеки природного, техногенного, соціального та воєнного характеру;  $g_{\text{П}}, g_{\text{Т}}, g_{\text{С}}, g_{\text{В}}$  – природні, техногенні, соціальні та воєнні джерела пожеж;  $\xi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}}, \xi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}}, \xi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}}, \xi_{\text{Пожеж.}}^{\text{Восн.}}$  – первинні функціонали, які визначаються властивостями локальної території до прояву попередніх факторів пожеж природного, техногенного, соціального та воєнного характеру;  $F_{\text{Пожеж.}}^{\text{Прир.}}, F_{\text{Пожеж.}}^{\text{Техн.}}, F_{\text{Пожеж.}}^{\text{Соц.}}, F_{\text{Пожеж.}}^{\text{Восн.}}$  – небезпечні (руйнівні) фактори від пожеж природного, техногенного, соціального та воєнного характеру;  $F_{\text{ЄДСЦЗПБ}}^{\text{Прир.}}, F_{\text{ЄДСЦЗПБ}}^{\text{Техн.}}, F_{\text{ЄДСЦЗПБ}}^{\text{Соц.}}, F_{\text{ЄДСЦЗПБ}}^{\text{Восн.}}$  – функції системи ЄДСЦЗ в умовах прояву попередніх факторів пожеж природного, техногенного, соціального та воєнного характеру, а також руйнівної дії небезпечних факторів від цих пожеж.

Надалі у роботі, з метою оцінки ефективності функціонування ЄДСЦЗ, виконано класифікацію регіонів держави за кількістю виникнення пожеж та кількістю загиблих на пожежах. За результатами класифікації проведено порівняльний аналіз динаміки зміни результатів класифікації регіонів за даними 2014–2017 рр. відносно результатів класифікації регіонів за даними 2004–2013 рр.

Класифікацію регіонів держави за кількістю виникнення пожеж та кількістю загиблих на пожежах виконано за допомогою кластерного аналізу, який полягає у знаходженні груп схожих об'єктів у вибірці даних, так званих кластерів, які характеризуються наступними основними властивостями: щільність, дисперсія, розмір, форма та віддільність. Під щільністю мається на увазі властивість, яка дозволяє визначити кластер, як скупчення точок у просторі даних, відносно щільне у порівнянні з іншими областями простору, що містять або малу кількість точок або не містять їх взагалі. Дисперсія характеризує міру розсіювання точок у просторі відносно центра кластера. Розмір кластера тісно пов'язаний з дисперсією. Форма кластера визначається положенням точок у просторі. При зображенні кластерів у вигляді різних форм виникає необхідність визначення “зв'язаності” точок у кластері у вигляді відносної міри відстані між ними. Міри відстані зазвичай не обмежені зверху та залежать від вибору шкали (масштабу) вимірів. Віддільність характеризує міру перекриття кластерів і наскільки далеко один від одного вони розташовані у просторі [20–21].

При визначенні міри відстані однією з найбільш відомих відстаней є евклідова відстань, яка визначається як:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{z=1}^p (X_{iz} - X_{jz})^2}, \quad (2)$$

де  $d_{ij}$  – відстань між об'єктами  $i$  та  $j$ ;  $X_{iz}$  – абсолютне значення  $z$ -ї змінної для  $i$ -го об'єкта;  $X_{jz}$  – абсолютне значення  $z$ -ї змінної для  $j$ -го об'єкта.

Проте при аналізі міри відстані оцінка схожості сильно залежить від відмінностей у зрушеннях даних; так, змінні, що характеризуються великими абсолютними значеннями та стандартними відхиленнями, можуть зменшити вплив змінних, які характеризуються малими абсолютними значеннями та стандартними відхиленнями. Тому для зменшення цього впливу в роботі перед визначенням міри відстані  $d_{ij}$  проведений процес стандартизації даних, що базується на нормалізації змінних до одиничної дисперсії та нульового середнього:

$$X_{iz}^* = \frac{X_{iz} - M[X_i]}{\sigma_{X_i}}; \quad X_{jz}^* = \frac{X_{jz} - M[X_j]}{\sigma_{X_j}}, \quad (3)$$

де  $X_{iz}^*, X_{jz}^*$  – стандартизовані значення  $z$ -х змінних для  $i$ -го та  $j$ -го об'єктів;  $M[X_i], M[X_j]$  – математичні сподівання, характерні для змінних  $i$ -го та  $j$ -го об'єктів;  $\sigma_{X_i}, \sigma_{X_j}$  – стандартні відхилення, характерні для змінних  $i$ -го та  $j$ -го об'єктів.

Відомі методи кластерного аналізу можна розподілити на дві групи – ієрархічні та неієрархічні методи.

Суть ієрархічної кластеризації полягає у послідовному об'єднанні менших кластерів у великі, так звані агломеративні методи, або в розділенні великих кластерів на менші, так звані дивізімні методи.

Використання методу Варда [20–21], як одного з широко використовуваних агломеративних методів при ієрархічній кластеризації основних змінних, що визначають умови повсякденного функціонування території та прояву техногенної небезпеки, а також при ієрархічній кластеризації регіонів України відповідно за значеннями цих змінних, дозволило нам отримати нові результати. Перевага методу Варда полягає в тому, що він відрізняється від усіх інших агломеративних методів, оскільки використовує методи дисперсійного аналізу для оцінки відстані між кластерами. Метод мінімізує суму квадратів дисперсії для кластерів, які можуть бути сформовані на кожному кроці.

На першому кроці аналіз вибірки включав, за статистичними даними [22–27], 25 спостережень по території 25 областей України за період 2004–

2013 рр. із кроком спостереження – один рік. При цьому, спочатку проведено кластерний аналіз областей тільки за кількістю виникнення пожеж та отримано наступні результати.

Результати розрахунків евклідовими відстанями між областями України за стандартизованими значеннями кількості виникнення пожеж наведено у табл. 1, де області держави мають наступну нумерацію: 1 – АР Крим; 2 – Вінницька обл.; 3 – Волинська обл.; 4 – Дніпропетровська обл.; 5 – Донецька обл.; 6 – Житомирська обл.; 7 – Закарпатська обл.; 8 –

Запорізька обл.; 9 – Івано-Франківська обл.; 10 – Київська обл.; 11 – Кіровоградська обл.; 12 – Луганська обл.; 13 – Львівська обл.; 14 – Миколаївська обл.; 15 – Одеська обл.; 16 – Полтавська обл.; 17 – Рівненська обл.; 18 – Сумська обл.; 19 – Тернопільська обл.; 20 – Харківська обл.; 21 – Херсонська обл.; 22 – Хмельницька обл.; 23 – Черкаська обл.; 24 – Чернівецька обл.; 25 – Чернігівська обл.

Графік покрокового об'єднання областей України у кластери за кількістю виникнення пожеж, з урахуванням даних табл. 1, представлено на рис. 3.

Таблиця 1

Евклідові відстані між областями України за стандартизованими значеннями кількості виникнення пожеж

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0,0	1,02	2,11	4,94	9,51	0,62	2,07	1,55	1,60	8,21	1,64	3,37	0,88	0,84	2,37	1,08	1,70	0,90	2,00	3,12	1,61	3,12	1,36	2,62	1,28
2	0,0	0,0	1,3	5,5	10,2	0,9	1,2	2,0	0,6	9,0	0,8	4,1	1,0	0,4	3,0	0,5	0,8	0,3	1,2	3,7	0,7	3,7	0,7	1,3	0,5
3	2,1	1,3	0,0	6,8	11,4	2,1	0,5	3,2	0,8	10,2	0,5	5,3	2,2	1,5	4,2	1,1	0,5	1,4	0,2	5,0	1,2	5,0	0,8	0,2	0,9
4	4,94	5,55	6,76	0,00	4,82	4,83	6,53	3,78	6,01	6,37	6,37	4,62	5,32	4,62	2,73	5,74	6,38	5,52	6,68	2,10	5,79	6,83	6,15	7,31	5,98
5	9,5	10,2	11,4	4,8	0,0	9,4	11,2	8,3	10,7	4,0	11,0	6,4	10,0	9,3	7,4	10,4	11,0	10,1	11,3	6,5	10,4	11,5	10,8	12,0	10,6
6	0,62	0,91	2,11	4,83	0,00	0,00	2,02	1,39	1,47	8,15	1,68	3,45	0,72	0,59	2,23	1,19	2,23	2,00	3,08	3,01	3,38	2,14	2,63	2,42	1,30
7	2,07	1,2	0,5	6,5	11,2	0,0	0,0	3,0	0,6	10,1	0,7	5,1	2,0	1,4	4,0	1,1	0,6	1,4	0,5	4,8	1,0	0,6	0,9	0,9	0,6
8	1,55	2,0	3,2	3,78	8,3	1,39	0,0	2,5	2,50	2,75	2,75	1,16	1,79	1,1	3,3	0,7	3,4	0,9	3,08	1,93	2,21	2,54	3,73	2,42	2,42
9	1,60	0,6	0,8	6,01	10,7	0,0	0,6	0,0	0,0	9,5	0,7	4,6	0,9	0,9	3,4	0,7	0,5	0,8	0,8	4,3	0,5	0,9	0,8	1,3	0,6
10	8,21	9,0	10,2	4,86	4,0	1,47	10,1	9,5	5,76	0,0	8,2	3,26	3,89	3,89	2,07	4,21	1,20	1,00	2,08	1,31	2,86	2,24	1,58	2,72	1,40
11	1,64	0,8	0,5	6,37	11,0	1,68	0,7	7,3	4,82	0,0	1,8	0,78	0,00	0,00	0,63	0,55	0,0	0,0	1,40	0,80	0,80	1,56	0,95	1,07	0,77
12	3,37	4,1	5,3	2,32	6,4	3,45	4,6	5,8	0,00	3,26	8,2	3,26	3,89	3,89	2,07	0,8	0,8	0,8	1,40	1,29	3,22	4,23	3,54	4,71	3,39
13	0,88	1,0	2,2	4,62	9,3	0,72	1,5	8,2	0,78	0,00	1,8	0,78	0,00	0,00	0,16	0,0	0,0	0,0	1,40	1,29	3,22	4,23	3,54	4,71	3,39
14	0,84	1,0	2,2	4,62	9,3	0,72	1,5	8,2	0,78	0,00	1,8	0,78	0,00	0,16	0,0	0,0	0,0	0,0	1,40	1,29	3,22	4,23	3,54	4,71	3,39
15	2,37	3,0	4,2	5,32	7,4	2,23	3,4	6,4	2,70	0,00	6,4	2,70	0,00	0,16	0,0	0,0	0,0	0,0	1,40	1,29	3,22	4,23	3,54	4,71	3,39
16	1,08	0,5	1,1	5,74	10,4	1,19	0,7	9,2	4,21	0,63	3,16	0,00	0,78	0,00	0,16	0,0	0,0	0,0	1,40	1,29	3,22	4,23	3,54	4,71	3,39
17	1,70	0,8	1,1	6,38	11,0	1,67	0,5	9,2	4,21	0,63	3,16	0,00	0,78	0,00	0,16	0,0	0,0	0,0	1,40	1,29	3,22	4,23	3,54	4,71	3,39
18	0,90	0,3	0,5	5,52	10,1	0,82	0,9	8,9	4,01	0,55	3,16	0,00	0,78	0,00	0,16	0,0	0,0	0,0	1,40	1,29	3,22	4,23	3,54	4,71	3,39
19	2,00	1,2	1,4	6,68	11,3	2,00	0,8	9,9	4,01	0,55	3,16	0,00	0,78	0,00	0,16	0,0	0,0	0,0	1,40	1,29	3,22	4,23	3,54	4,71	3,39
20	3,12	3,7	5,0	2,10	6,5	3,01	4,8	4,6	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
21	1,61	0,7	1,2	5,79	10,4	1,38	1,0	9,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
22	2,12	1,3	2,1	6,83	11,5	2,14	0,6	9,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
23	1,36	0,7	1,2	6,15	10,8	1,48	0,9	8,9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
24	2,62	1,8	2,6	7,31	12,0	2,63	0,9	9,9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
25	1,28	0,5	0,9	5,98	10,6	1,30	0,9	8,9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5

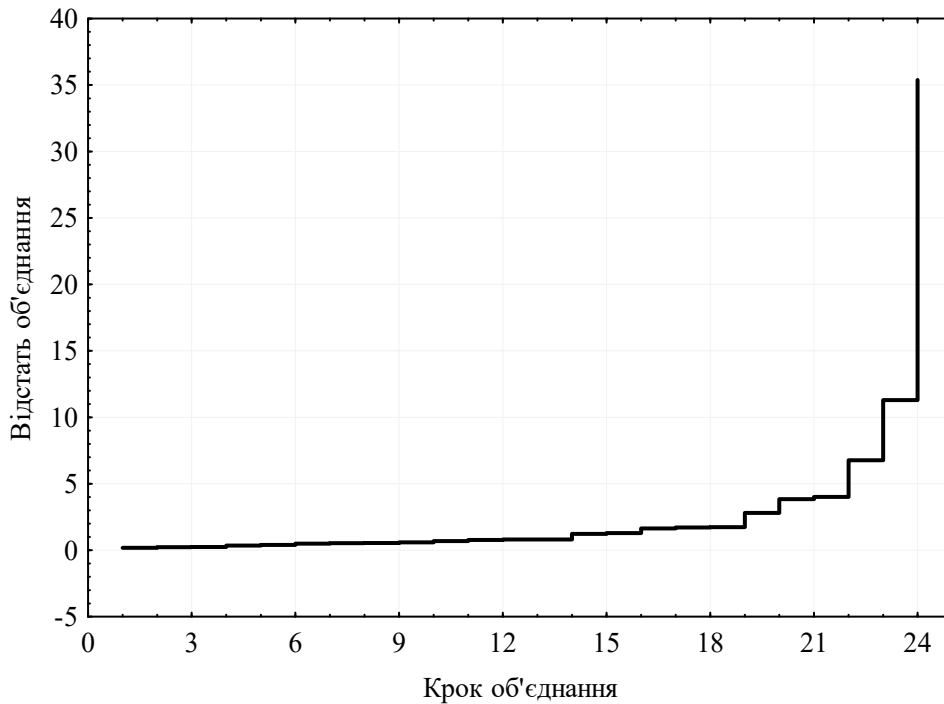


Рис. 3. Графік покрокового об'єднання областей України у кластери за кількістю виникнення пожеж

Результати кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж подані у вигляді ден-

дрограми на рис. 4 та картографічного представлення на рис. 5.

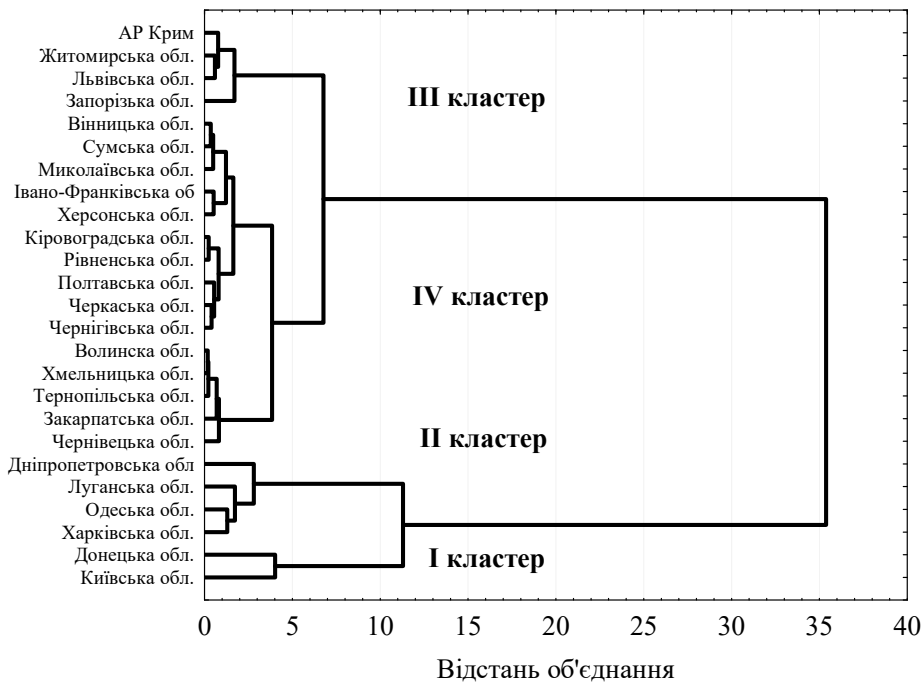


Рис. 4. Дендрограма кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж за період 2004–2013 рр.

Аналіз областей держави за кількістю виникнення пожеж за період 2004–2013 рр. дозволив на рівні 5 одиниць евклідової відстані проаранжувати територію України на чотири основні кластери. До першого кластера, з високим рівнем пожежної небезпеки, відносяться Донецька та Київська області. До другого кластера, з підвищеним рівнем пожежної

небезпеки, відносяться Дніпропетровська, Луганська, Одеська та Харківська області. До третього кластера, із середнім рівнем пожежної небезпеки, відноситься АР Крим, а також Вінницька, Житомирська, Запорізька та Львівська області. Решта регіонів відноситься до четвертого кластера, з низьким рівнем пожежної небезпеки.



Рис. 5. Картографічне представлення результатів кластеризації областей України за кількістю виникнення пожеж за період 2004–2013 рр.

Надалі у роботі за аналогічним алгоритмом, у відповідності до результатів, наведених у табл. 1 та на рис. 3–5, проведено комплексну кластеризацію областей за двома показниками – за кількістю виникнення пожеж та кількістю загиблих на пожежах.

Результати кластеризації території України за двома основними параметрами, які визначають рівень пожежної небезпеки, представлені у вигляді дендрограми на рис. 6 та картографічного представлення на рис. 7.

Комплексний аналіз областей держави за кількістю виникнення пожеж та за кількістю загиблих на пожежах за період 2004–2013 рр. дозволив на

рівні 20 одиниць евклідової відстані також проаранжувати територію України на три основні кластери. У порівнянні з даними рис. 4–5 до першого кластера, з високим рівнем пожежної небезпеки, додалась Дніпропетровська область. До другого кластера, з підвищеним рівнем пожежної небезпеки, додалися Запорізька область та АР Крим. До третього кластера, із середнім рівнем пожежної небезпеки, почали відноситись Вінницька, Житомирська, Миколаївська, Полтавська, Львівська, Херсонська та Чернігівська області. Решта регіонів відноситься до четвертого кластера, з низьким рівнем пожежної небезпеки.

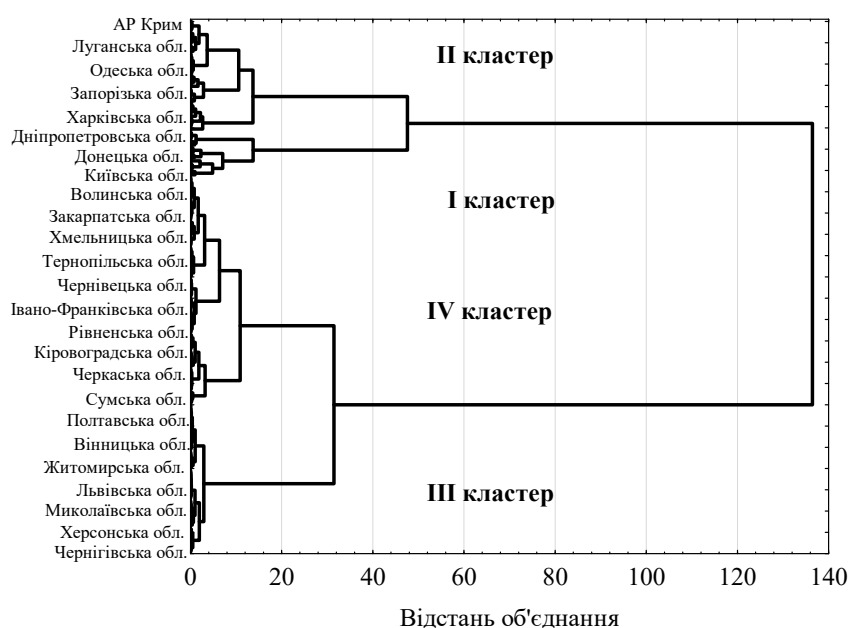


Рис. 6. Дендрограма кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж та за кількістю загиблих на пожежах за період 2004–2013 рр.



Рис. 7. Картографічне представлення результатів кластеризації областей України за кількістю виникнення пожеж та за кількістю загиблих на пожежах за період 2004–2013 рр.

На другому кроці аналіз вибірки включав, за статистичними даними [22–27], 96 спостережень по території 24 областей України за період 2014–2017 рр. із кроком спостереження – один рік.

Результати кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж подані у вигляді дендрограми на рис. 8 та картографічного представлення на рис. 9.

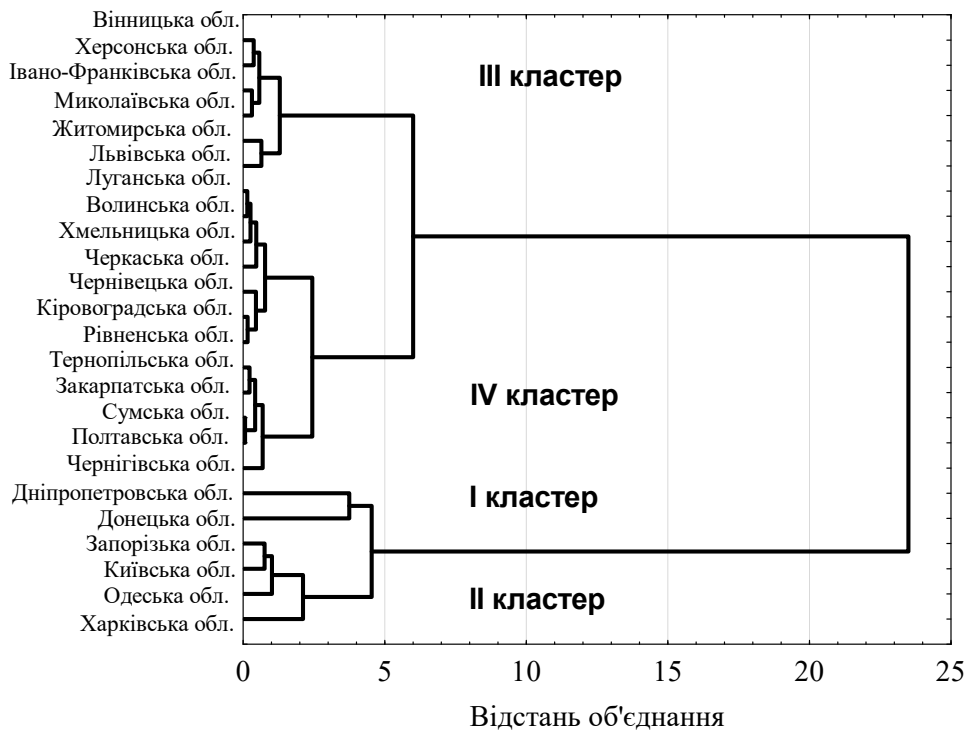


Рис. 8. Дендрограма кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж за період 2014–2017 рр.





Рис. 9. Картографічне представлення результатів кластеризації областей України за кількістю виникнення пожеж за період 2014–2017 рр.

Таблиця 2

Динаміка кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж ( $K_{\text{Пожеж.}} = \min \div \max$ , де  $\min$  – мінімальне значення,  $\max$  – максимальне значення) за періоди 2004 – 2013 рр. та 2014 – 2017 рр.

Групи за рівнем пожежної небезпеки	2004 – 2013 рр.	2014 – 2017 рр.
<b>I кластер</b> (високий рівень пожежної небезпеки)	Донецька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 5323 \div 9885$ ); Київська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2338 \div 7446$ )	Дніпропетровська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 7732 \div 9569$ ); Донецька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 4454 \div 9983$ )
<b>II кластер</b> (підвищений рівень пожежної небезпеки)	Дніпропетровська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 3265 \div 7015$ ); Луганська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2404 \div 5865$ ); Одеська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2208 \div 4189$ ); Харківська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2882 \div 4799$ )	Запорізька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 3556 \div 7539$ ); Київська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2764 \div 7072$ ); Одеська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 4196 \div 6694$ ); Харківська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 3956 \div 6918$ )
<b>III кластер</b> (середній рівень пожежної небезпеки)	АР Крим ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1470 \div 2064$ ); Вінницька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1287 \div 1913$ ); Житомирська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1561 \div 2179$ ); Запорізька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1614 \div 3411$ ); Львівська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1619 \div 2576$ )	Вінницька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2005 \div 2661$ ); Житомирська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2348 \div 3476$ ); Івано-Франківська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1870 \div 3067$ ); Львівська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2502 \div 4356$ ); Луганська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1383 \div 2753$ ); Миколаївська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2168 \div 3311$ ); Херсонська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1728 \div 2846$ )

<p style="text-align: center;"><b>IV кластер</b> (низький рівень пожежної небезпеки)</p>	<p>Волинська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 763 \div 1217</math>); Закарпатська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 717 \div 1834</math>); Івано-Франківська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 958 \div 2072</math>); Кіровоградська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 900 \div 1362</math>); Миколаївська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1350 \div 2123</math>); Полтавська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1106 \div 1975</math>); Рівненська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 994 \div 1374</math>); Сумська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1333 \div 2197</math>); Тернопільська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 809 \div 1199</math>); Херсонська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1023 \div 2509</math>); Хмельницька обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 813 \div 978</math>); Черкаська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 966 \div 1444</math>); Чернівецька обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 545 \div 777</math>); Чернігівська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1110 \div 1475</math>)</p>	<p>Волинська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1072 \div 1388</math>); Закарпатська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1396 \div 2249</math>); Кіровоградська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1415 \div 2000</math>); Полтавська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1556 \div 2362</math>); Рівненська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1230 \div 1672</math>); Сумська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1442 \div 1994</math>); Тернопільська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1099 \div 1732</math>); Хмельницька обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 911 \div 1172</math>); Черкаська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1206 \div 1594</math>); Чернівецька обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 679 \div 884</math>); Чернігівська обл. (<math>K_{\text{Пожеж.}} = 1664 \div 2351</math>)</p>
--	---	---

Комплексний аналіз областей держави за кількістю виникнення пожеж за період 2014–2017 рр. дозволив на рівні 4 одиниць евклідової відстані також ранжувати територію України на чотири основні кластери. До першого кластера, з високим рівнем пожежної небезпеки, відносяться Донецька та Дніпропетровська області. До другого кластера, з підвищеним рівнем пожежної небезпеки, відносяться Київська, Запорізька, Одеська та Харківська області. До третього кластеру, із середнім рівнем пожежної небезпеки, відносяться Волинська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Кіровоградська, Тернопільська, Закарпатська, Сумська, Полтавська, Чернігівська та Луганська області. Решта регіонів відноситься до четвертого кластера, з низьким рівнем пожежної небезпеки.

Динаміка кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж за періоди 2004–2013 рр. та 2014–2017 рр. представлена у табл. 2, де спостерігається перехід Київської області з першого до другого кластеру, а також спостерігається перехід Дніпропетровської області з другого до першого кластеру.

Крім цього, спостерігається також перехід Луганської області з другого до третього кластеру, а Запорізької області навпаки з третього до другого кластеру. Також, спостерігається перехід Миколаївської та Херсонської областей з четвертого до третього кластеру.

Надалі у роботі також проведено комплексну кластеризацію областей за двома показниками – за кількістю виникнення пожеж та кількістю загиблих на пожежах. Результати кластеризації території України за цими двома параметрами, які визначають рівень пожежної небезпеки, представлені у вигляді дендрограми на рис. 10 та картографічного представлення на рис. 11.

Комплексний аналіз областей держави за кількістю виникнення пожеж та за кількістю загиблих на пожежах за період 2014–2017 рр. дозволив на рівні 10 одиниць евклідової відстані також проаналізувати територію України на чотири основні кластери.

У порівнянні з даними рис. 8 та 9 до першого кластера, з високим рівнем пожежної небезпеки, додалась Київська область, яка знаходилась у другому кластері. До другого кластеру, з підвищеним рівнем пожежної небезпеки, додалися Вінницька та Житомирська області. До третього кластеру, із середнім рівнем пожежної небезпеки, почали відноситись Івано-Франківська, Кіровоградська, Луганська, Львівська, Миколаївська, Полтавська, Сумська, Херсонська та Чернігівська області. Решта регіонів відноситься до четвертого кластера, з низьким рівнем пожежної небезпеки.

Динаміка кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж та за кількістю загиблих на пожежах за періоди 2004–2013 рр. та 2014–2017 рр. представлена у табл. 3, де не спостерігається динаміки у першому кластері.

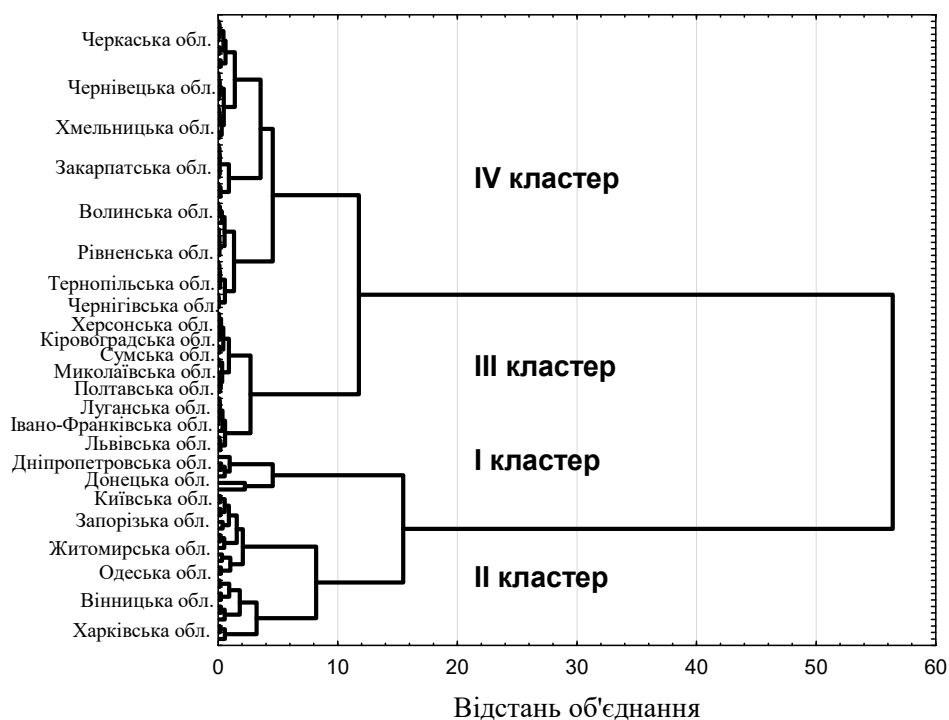


Рис. 10. Дендрограма кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж та за кількістю загиблих на пожежах за період 2014–2017 рр.



Рис. 11. Картографічне представлення результатів кластеризації областей України за кількістю виникнення пожеж та за кількістю загиблих на пожежах за період 2014–2017 рр.

Так, найбільше пожеженебезпечними за період 2004–2017 рр. є Дніпропетровська, Донецька та Київська області. Спостерігається перехід Луганської області з другого до третього кластеру, а Вінницької та Житомирської областей навпаки з третього до другого кластеру. Також, спостерігається перехід Івано-Франківської, Кіровоградської та Сумської областей з четвертого до третього кластеру.

Виходячи з проведеного аналізу необхідно констатувати, що функціонування ЄДСЦЗ відбувається в

умовах ймовірнісної динаміки рівня небезпеки життєдіяльності регіонів держави. Така динаміка обумовлюється невизначеністю параметрів, які впливають на умови нормального функціонування території України, невизначеністю часу та місця виникнення небезпек, а також невизначеністю наслідками від цих небезпек. У зв'язку з цим виникає проблема прийняття оптимальних антикризових рішень в умовах невизначеності щодо забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності держави. Але згідно [28]

необхідними умовами прийняття антикризових рішень є своєчасність, повнота та оптимальність.

Забезпечення повноти рішень вимагає як можна більш повного обліку внутрішніх і зовнішніх факторів, що впливають на ухвалення рішення, глибокого аналізу їх взаємозв'язків, що веде до росту розмірності задачі прийняття рішень, її багатокритеріальності. У свою чергу це приводить до росту неви-

значеності вихідних даних, що обумовлене неповнотою знань про взаємозв'язок факторів і, як наслідок, неточного її опису, неможливістю або неточністю виміру деяких факторів, випадкових зовнішніх і внутрішніх впливів тощо. Додаткова складність полягає в тому, що невизначеності різномірні й можуть бути представлені у вигляді випадкових або інтервальних величин та нечітких множин.

Таблиця 3

Динаміка кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж ( $K_{\text{Пожеж.}} = \min \div \max$ , де  $\min$  – мінімальне значення,  $\max$  – максимальне значення) та за кількістю загиблих на пожежах ( $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = \min \div \max$ , де  $\min$  – мінімальне значення,  $\max$  – максимальне значення) за періоди 2004–2013 рр. та 2014–2017 рр.

Групи за рівнем пожежної небезпеки	2004–2013 рр.	2014–2017 рр.
<b>I кластер</b> (високий рівень пожежної небезпеки)	Дніпропетровська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 3265 \div 7015$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 203 \div 307$ ); Донецька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 5323 \div 9885$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 387 \div 612$ ); Київська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2338 \div 7446$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 108 \div 576$ )	Дніпропетровська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 7732 \div 9569$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 173 \div 204$ ); Донецька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 4454 \div 9983$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 130 \div 263$ ); Київська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2764 \div 7072$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 73 \div 359$ )
<b>II кластер</b> (підвищений рівень пожежної небезпеки)	АР Крим ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1470 \div 2064$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 74 \div 387$ ); Запорізька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1614 \div 3411$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 108 \div 236$ ); Луганська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2404 \div 5865$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 159 \div 333$ ); Одеська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2208 \div 4189$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 143 \div 268$ ); Харківська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2882 \div 4799$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 149 \div 215$ )	Вінницька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2005 \div 2661$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 53 \div 98$ ); Житомирська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2348 \div 3476$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 69 \div 119$ ); Запорізька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 3556 \div 7539$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 94 \div 106$ ); Одеська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 4196 \div 6694$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 107 \div 114$ ); Харківська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 3956 \div 6918$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 128 \div 150$ )
<b>III кластер</b> (середній рівень пожежної небезпеки)	Вінницька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1287 \div 1913$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 78 \div 129$ ); Житомирська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1561 \div 2179$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 85 \div 154$ ); Львівська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1619 \div 2576$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 91 \div 131$ ); Миколаївська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1350 \div 2123$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 77 \div 136$ ); Полтавська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1106 \div 1975$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 72 \div 146$ ); Херсонська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1023 \div 2509$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 74 \div 156$ ); Чернігівська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1110 \div 1475$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 67 \div 128$ )	Івано-Франківська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1870 \div 3067$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 46 \div 57$ ); Кіровоградська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1415 \div 2000$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 37 \div 74$ ); Львівська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2502 \div 4356$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 62 \div 78$ ); Луганська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1383 \div 2753$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 43 \div 67$ ); Полтавська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1556 \div 2362$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 48 \div 71$ ); Миколаївська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 2168 \div 3311$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 57 \div 78$ ); Сумська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1442 \div 1994$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 36 \div 76$ ); Херсонська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1728 \div 2846$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 46 \div 62$ ); Чернігівська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1664 \div 2351$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 51 \div 85$ )

IV кластер (низький рівень пожежної небезпеки)	Волинська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 763 \div 1217$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 46 \div 72$ );	Волинська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1072 \div 1388$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 28 \div 40$ );
	Закарпатська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 717 \div 1834$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 35 \div 75$ );	Закарпатська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1396 \div 2249$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 30 \div 41$ );
	Івано-Франківська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 958 \div 2072$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 48 \div 101$ );	Рівненська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1230 \div 1672$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 30 \div 43$ );
	Кіровоградська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 900 \div 1362$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 48 \div 110$ );	Тернопільська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1099 \div 1732$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 29 \div 44$ );
	Рівненська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 994 \div 1374$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 51 \div 85$ );	Хмельницька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 911 \div 1172$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 24 \div 49$ );
	Сумська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1333 \div 2197$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 66 \div 163$ );	Черкаська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 1206 \div 1594$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 32 \div 74$ );
	Тернопільська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 809 \div 1199$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 43 \div 84$ );	Чернівецька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 679 \div 884$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 18 \div 39$ )
	Хмельницька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 813 \div 978$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 39 \div 59$ );	
	Черкаська обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 966 \div 1444$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 50 \div 118$ );	
	Чернівецька обл. ( $K_{\text{Пожеж.}} = 545 \div 777$ ; $N_{\text{Загибл.}}^{\text{Пожеж.}} = 30 \div 76$ )	

Таким чином, підвищення ефективності прийняття рішень пов'язане з необхідністю рішення задачі багатокритеріальної оптимізації в умовах невизначеності. Традиційний, розповсюджений підхід до рішення таких задач, заснований на їх евристичному спрощенні та детермінізації, як засобу зняття невизначеності, у міру ускладнення задач і підвищення значимості рішень стає усе менш ефективним [29–31].

У цих умовах виникає необхідність розробки формальних, нормативних методів і моделей комплексного рішення проблеми прийняття рішень в умовах багатокритеріальності й невизначеності при управлінні процесами попередження й локалізації наслідків НС для забезпечення ефективного функціонування ЄДСЦЗ.

## Висновки

1. Показано, що основу Єдиної державної системи цивільного захисту повинен становити класичний контур управління, який забезпечує: збір, обробку та аналіз інформації; моделювання розвитку обстановки на об'єкті управління та розвитку пожеж на території міста, регіону, держави; розробку та ухвалення управлінських рішень щодо попередження та ліквідації пожеж, а також мінімізації їх наслідків; виконання рішень щодо попередження та ліквідації пожеж, а також мінімізації їх наслідків.

2. Запропоновано створення ефективної інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків НС шляхом комплексного включення в діючу систему

ЄДСЦЗ по вертикалі, від об'єктового до державного рівнів різних функціональних елементів територіальної системи моніторингу НС та складових системи ситуаційних центрів, які жорстко пов'язані між собою на інформаційному та виконавчому рівнях для прийняття відповідних антикризових рішень, для розв'язання різних функціональних задач моніторингу, попередження та ліквідації НС природного, техногенного, соціального та воєнного характеру.

3. Проведено аналіз динаміки кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж за періоди 2004–2013 рр. та 2014–2017 рр. За результатами проведеного аналізу встановлено переходи: Київської області з першого (з високим рівнем пожежної небезпеки) до другого (з підвищеним рівнем пожежної небезпеки) кластеру; Дніпропетровської області з другого до першого кластеру; Луганської області з другого до третього (із середнім рівнем пожежної небезпеки) кластеру; Запорізької області навпаки з третього до другого кластеру; Миколаївської та Херсонської областей з четвертого (з низьким рівнем пожежної небезпеки) до третього кластеру.

4. Проведено аналіз динаміки кластеризації території України за кількістю виникнення пожеж та за кількістю загиблих на пожежах за періоди 2004–2013 рр. та 2014–2017 рр. За результатами проведеного аналізу встановлена відсутність динаміки у першому кластері. Так, найбільше пожеженебезпечними за період 2004–2017 рр. є Дніпропетровська, Донецька та Київська області. Однак, спостерігається перехід Луганської області з другого до третього

кластеру, а Вінницької та Житомирської областей навпаки з третього до другого кластеру. Також, спостерігається перехід Івано-Франківської, Кіровоградської та Сумської областей з четвертого до третього кластеру.

5. Виходячи з проведеного аналізу встановлено, що функціонування ЄДСЦЗ, а відповідно й інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків НС (яка складається з функціональних елементів територіальної системи моніторингу НС та системи ситуаційних центрів), відбувається в умовах ймовірної динаміки рівня пожежної небезпеки регіонів держави. Така динаміка обумовлюється невизначеністю параметрів, які впливають на умови нормального функціонування території України. У зв'язку з цим виникає проблема прийняття оптимальних ан-

тикризових рішень в умовах невизначеності щодо забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності держави.

Показано, що процедура прийняття управлінських рішень ускладнюється тим, що необхідними умовами ефективності рішень є їх своєчасність, повнота й оптимальність. Тому, підвищення ефективності прийнятих рішень пов'язане з необхідністю рішення задачі багатокритеріальної оптимізації в умовах невизначеності, що потребує розробки формальних, нормативних методів і моделей комплексного рішення проблеми прийняття рішень в умовах багатокритеріальності й невизначеності при управлінні процесами попередження й локалізації наслідків НС для забезпечення ефективного функціонування ЄДСЦЗ.

### Список літератури

1. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року № 5403-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/annot/en/5403-17> (дата звернення 10.07.2019).
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 року № 11 “Про затвердження Положення про Єдину державну систему цивільного захисту” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF> (дата звернення 10.07.2019).
3. Науково-конструкторські основи створення комплексної системи моніторингу надзвичайних ситуацій в Україні: монографія / В.А. Андрунов, М.М. Дівізінюк, В.Д. Калугін, В.В. Тютюник. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2016. – 319 с.
4. Розробка науково-технічних основ для створення системи моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та забезпечення екологічної безпеки / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Системи обробки інформації. – 2013. – № 9(116). – С. 204-216.
5. Тютюник В.В. Основоположні принципи створення у єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник, В.Д. Калугін, О.О. Писклакова // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава: Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, 2018. – №4(50). – С. 168-177.
6. Тютюник В.В. Оцінка умов створення у Єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій на основі аналізу динаміки прояву небезпек на території України / В.В. Тютюник, В.Д. Калугін, О.О. Писклакова // Наукове видання “Комуніальне господарство міст. Науково-технічний збірник. Серія: “Технічні науки та архітектура”. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. – № 1(147). – С.66-82.
7. Тютюник В.В. Основні принципи інтегральної системи безпеки при надзвичайних ситуаціях / В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2008. – № 3(18). – С. 179-180.
8. Тютюник В.В. Системний підхід до оцінки небезпеки життєдіяльності при територіально часовому розподілі енергії джерел надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугін // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2011. – Вип. 14. – С. 171-194.
9. Тютюник В.В. Дослідження умов раннього моніторингу та попередження надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру: звіт про НДР (№ держреєстрації 0112U002587) / керівник роботи: В.В. Тютюник; виконавці: В.Д. Калугін, Б.Б. Поспелов, Р.І. Шевченко, М.В. Кустов, С.С. Говаленков. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2014. – 266 с.
10. Тютюник В.В. Системний підхід до оцінки динаміки прояву надзвичайних ситуацій на території України / В.В. Тютюник, В.Д. Калугін // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2015. – Вип. 22. – С. 137-149.
11. Биченок М.М. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні / М.М. Биченок, О.М. Трофимчук – К.: РНБОУ, 2002. – 153 с.
12. Черногор Л.Ф. Фізика і екологія катастроф / Л.Ф. Черногор. – Харьков: Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, 2012. – 556 с.
13. Черногор Л.Ф. О нелинейности в природе и науке: монография / Л.Ф. Черногор. – Харьков: Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, 2008. – 528 с.
14. Рак Ю.П. Оцінка стану життєдіяльності регіонів України: інтегральний підхід / Ю.П. Рак, О.Б. Зачко // Пожежна безпека. Збірник наукових праць. – Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2008. – № 13. – С. 86-90.
15. Тютюник В.В. Оцінка індивідуальної небезпеки населення регіонів України в умовах надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко, О.В. Тютюник // Проблеми надзвичайних ситуацій: 36. наук. праць. – Х.: Університет цивільного захисту України, 2009. – Вип. 9. – С. 146-157.

16. Арнольд В.И. Теория катастроф / В.И. Арнольд. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 128 с.
17. Хакен Г. Синергетика / Г. Хакен. – М.: Мир, 1980. – 414 с.
18. Бабурин В.Л. Пространство циклов: Мир – Россия – регион / Под ред. В.Л. Бабурин, П.А. Чистякова. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 320 с.
19. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики: Хаос, структуры, вычислительный эксперимент / Г.Г. Малинецкий – М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2012. – 312 с.
20. Ким Дж.О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ. / Дж.О. Ким, Ч.У. Мюллер, У.Р. Клекка и др.; Под ред. И.С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
21. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных / А.А. Халафян. – М.: ООО “Бином-Пресс”, 2007. – 512 с.
22. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dsns.gov.ua/>.
23. Аналітична довідка про стан із пожежами та наслідками від них в Україні за 12 місяців 2014 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2014/AD\\_12\\_14.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2014/AD_12_14.pdf).
24. Аналіз масиву карток обліку пожеж (rog\_stat) за 12 місяців 2015 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2015/AD\\_12\\_15.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2015/AD_12_15.pdf).
25. Аналіз масиву карток обліку пожеж (rog\_stat) за 12 місяців 2016 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/2017/2/2/AD\\_12\\_2016.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/2017/2/2/AD_12_2016.pdf).
26. Аналіз масиву карток обліку пожеж (rog\_stat) за 12 місяців 2017 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/2018/2/2/AD\\_12\\_2017.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/2018/2/2/AD_12_2017.pdf).
27. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2018 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/2019/2/2/AD\\_12\\_2018.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/2019/2/2/AD_12_2018.pdf).
28. Глушков В.М. Введение в теорию самосовершенствующих систем / В.М. Глушков. – Киев: Изд-во КВИРТУ, 1962. – 109 с.
29. Пискалова О.А. Анализ особенностей решения задачи многокритериальной оптимизации в условиях неопределенности / О.А. Пискалова, Н.А. Брынза, Д.И. Филипская // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ. – Вып. 3(56). – Днепропетровск, 2008. – № 01. – С. 147-157.
30. Петров Э.Г. Анализ подходов к решению задачи поиска оптимального решения в условиях неопределенности / Э.Г. Петров, О.А. Пискалова // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2007. – № 4(27). – С. 14-19.
31. Методы и модели принятия решений в условиях многокритериальности и неопределенности: монография / Э.Г. Петров, Н.А. Брынза, Л.В. Колесник, О.А. Пискалова; под ред. Э.Г. Петрова. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 192 с.

## References

1. Code of Civil Protection of Ukraine (2012), “*Kodeks civilnogo zahistu Ukrayini №5403-VI vid 02.10.2012 r.*” [Code of Civil Protection of Ukraine №5403-VI dated 02.10.2012], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/annot/en/5403-17> (accessed 10 July 2019).
2. The Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine (2014), “*Pro zatverdzhennya Polozhennya pro Yedinu derzhavnu sistemu civilnogo zahistu №11 vid 09.01.2014 r.*” [On approval of the regulation on the Unified State Civil Protection System №11 dated 09 January 2014], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF> (accessed 10 July 2019).
3. Andronov, V.A., Divizinyuk, M.M., Kalugin, V.D. and Tiutiunyk, V.V. (2016), “*Naukovo-konstruktorski osnovi stvorennya kompleksnoyi sistemi monitoringu nadzvichajnih situacij v Ukrayini*” [Scientific and design basis for creation of a comprehensive system of emergency monitoring in Ukraine], National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, 319 p.
4. Kalugin, V.D., Tiutiunyk, V.V., Chornogor, L.F. and Shevchenko, R.I. (2013), “*Rozrobka naukovo-tehnichnih osnov dlya stvorennya sistemi monitoringu, poperedzhennya ta likvidatsiyi nadzvichajnih situacij prirodnoho ta tehnogennoho harakteru ta zabezpechennya ekologichnoyi bezpeki*” [The development of scientific and technical bases for creation of system of monitoring, prevention and elimination of natural and man-made emergencies and ensuring environmental safety], *Information Processing Systems*, No. 9(116), pp. 204-216.
5. Tiutiunyk, V.V., Kalugin, V.D. and Pysklakova, O.O. (2018), “*Osnovopolozhni principi stvorennya u yediniy derzhavnij sistemi civilnogo zahistu informacijno-analitichnoyi pidsistemi upravlinnya procesami poperedzhennya j lokalizatsiyi naslidkiv nadzvichajnih situacij*” [Basic principles of creation in the unified state system of civil protection of information-analytical subsystem of management of processes of prevention and localization of consequences of emergencies], *Control, Navigation and Communication Systems*, No. 4(50), pp. 168-177.
6. Tiutiunyk, V.V., Kalugin, V.D. and Pysklakova, O.O. (2019), “*Ocinka umov stvorennya u Yediniy derzhavnij sistemi civilnogo zahistu informacijno-analitichnoyi pidsistemi upravlinnya procesami poperedzhennya j lokalizatsiyi naslidkiv nadzvichajnih situacij na osnovi analizu dinamiki proyavu nebezpek na teritoriyi Ukrayini*” [Assessment of conditions of creation in the Unified state system of civil protection of the information-analytical subsystem of management of processes of prevention and localization of consequences of emergencies on the basis of the analysis of dynamics of manifestation of danger in the territory of Ukraine], *Scientific and technical collection the "Municipal economy of cities"*, No. 1(47), pp. 66-82.
7. Tiutiunyk, V.V. and Shevchenko, R.I. (2008), “*Osnovni principi integralnoyi sistemi bezpeki pri nadzvichajnih situacijah*” [Basic principles of an integrated security system in emergency situations], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 3(18), pp. 179-180.
8. Tiutiunyk, V.V., Chornogor, L.F. and Kalugin, V.D. (2011), “*Sistemnij pidhid do ocinki nebezpeki zhittyediyalnosti pri teritorialno chasovomu rozpodili energiyi dzherel nadzvichajnih situacij*” [The systematic approach to the assessment of life-threatening hazards in territorially temporal energy distribution of emergency sources], *Emergency problems*, No. 14, pp. 171-194.
9. Tiutiunyk, V.V., Kalugin, V.D., Pospelov, B.B., Shevchenko, R.I., Kustov, M.V. and Govalyankov, S.S. (2014), “*Doslidzhennya umov rannogo monitoringu ta poperedzhennya nadzvichajnih situacij prirodnoho ta tehnogennoho harakteru*”

[Investigation of the conditions of early monitoring and prevention of natural and man-made emergencies], National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, 266 p.

10. Tiutiunyk, V.V. and Kalugin, V.D. (2015), "Sistemnij pidhid do ocinki dinamiki proyavu nadzvichajnih situacij na teritoriyi Ukrayini" [The systematic approach to assessing the dynamics of emergency situations in Ukraine], *Emergency problems*, No. 22, pp. 137-149.

11. Bichenok, M.M. and Trofimchuk, O.M. (2002), "Problemi prirodno-tehnogennoi bezpeki v Ukrayini" [Problems of natural-technogenic safety in Ukraine], National Security and Defense Council of Ukraine, Kyiv, 153 p.

12. Chornogor, L.F. (2012), "Fizika i ekologiya katastrof" [Physics and ecology of disasters], V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, 556 p.

13. Chornogor, L.F. (2008), "O nelinejnosti v prirode i nauke" [On nonlinearity in nature and science], V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, 528 p.

14. Rak, Yu.P. and Zachko, O.B. (2008), "Ocinka stanu zhittyediyalnosti regioniv Ukrayini: integralnij pidhid" [Assessment of the vital activity of the regions of Ukraine: an integrated approach], *Fire Security*, No. 13, pp. 86-90.

15. Tiutiunyk, V.V. Shevchenko, R.I. and Tiutiunyk, O.V. (2009), "Ocinka individualnoi nebezpeki naseleण्या regioniv Ukrayini v umovah nadzvichajnih situacij" [Assessment of the individual danger of the population of the regions of Ukraine in emergency situations], *Emergency problems*, No. 9, pp. 146-157.

16. Arnold, V.I. (1990), "Teoriya katastrof" [Catastrophe theory], Science, Moscow, 128 p.

17. Haken, G. (1980), "Sinergetika" [Synergetics], Mir, Moscow, 414 p.

18. Baburin, V.L. (2007), "Prostranstvo ciklov" [Loop space], LKI, Moscow, 320 p.

19. Malineckij, G.G. (2012), "Matematicheskie osnovy sinergetiki: Haos, struktury, vychislitelnyj eksperiment" [Mathematical foundations of synergetics: chaos, structures, computing experiment], LIBROCOM, Moscow, 312 p.

20. Kim, Dzh.O., Myuller, Ch.U. and Klekka, U.R. (1989), "Faktornyj, diskriminantnyj i klasternyj analiz" [Factor, discriminant and cluster analysis], Finance and credit, Moscow, 215 p.

21. Halafyan, A.A. (2007), "STATISTICA 6. Statisticheskij analiz dannyh" [STATISTICA 6. Statistical Data Analysis], Binom Press, Moscow, 512 p.

22. The official site of DSNS (2018), "Nacionalna dopovid pro stan tehnogennoi ta prirodnoi bezpeki v Ukrayini" [National report on the state of technogenic and natural security in Ukraine], available at: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/87968.html> (accessed 10 July 2019).

23. The official site of UNDICZ (2014), "Analitichna dovidka pro stan iz pozhezhami ta naslidkami vid nih v Ukrayini za 12 misyacyv 2014 roku" [Analytical report on the state of fires and their consequences in Ukraine for the 12 months of 2014], available at: [www.undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2014/AD\\_12\\_14.pdf](http://www.undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2014/AD_12_14.pdf) (accessed 10 July 2019).

24. The official site of UNDICZ (2015), "Analiz masivu kartok obliku pozhezh (pog\_stat) za 12 misyacyv 2015 roku" [Analysis of arrays of fire accounting cards (pog\_stat) for the 12 months of 2015], available at: [www.undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2015/AD\\_12\\_15.pdf](http://www.undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2015/AD_12_15.pdf) (accessed 10 July 2019).

25. The official site of UNDICZ (2016), "Analiz masivu kartok obliku pozhezh (pog\_stat) za 12 misyacyv 2016 roku" [Analysis of arrays of fire accounting cards (pog\_stat) for the 12 months of 2016], available at: [www.undicz.dsns.gov.ua/files/2017/2/2/AD\\_12\\_2016.pdf](http://www.undicz.dsns.gov.ua/files/2017/2/2/AD_12_2016.pdf) (accessed 10 July 2019).

26. The official site of UNDICZ (2017), "Analiz masivu kartok obliku pozhezh (pog\_stat) za 12 misyacyv 2017 roku" [Analysis of arrays of fire accounting cards (pog\_stat) for the 12 months of 2017], available at: [www.undicz.dsns.gov.ua/files/2018/2/2/AD\\_12\\_2017.pdf](http://www.undicz.dsns.gov.ua/files/2018/2/2/AD_12_2017.pdf) (accessed 10 July 2019).

27. The official site of UNDICZ (2018), "Analitichna dovidka pro stan iz pozhezhami ta naslidkami vid nih v Ukrayini za 12 misyacyv 2018 roku" [Analytical report on the state of fires and their consequences in Ukraine for the 12 months of 2018], available at: [www.undicz.dsns.gov.ua/files/2019/2/2/AD\\_12\\_2018.pdf](http://www.undicz.dsns.gov.ua/files/2019/2/2/AD_12_2018.pdf) (accessed 10 July 2019).

28. Glushkov, V.M. (1962), "Vvedenie v teoriyu samovershenstvuyushih sistem" [Introduction to the theory of self-improving systems], KVIRTY, Kyiv, 109 p.

29. Pysklakova, O.A., Brynza, N.A. and Filip'skaya, D.I. (2008), "Analiz osobennostej resheniya zadachi mnogokriterialnoj optimizacii v usloviyah neopredelennosti" [Analysis of the features of solving the multi-criteria optimization problem under uncertainty], *System technology*, No. 1(56), pp. 147-157.

30. Petrov, E.G. and Pysklakova, O.A. (2007), "Analiz podhodov k resheniyu zadachi poiska optimalnogo resheniya v usloviyah neopredelennosti" [Analysis of approaches to solving the problem of finding the optimal solution in the face of uncertainty], *Bulletin of Kherson National Technical University*, No. 4(27), pp.14-19.

31. Petrov, E.G., Brynza, N.A., Kolesnik, L.V. and Pysklakova, O.A. (2014), "Metody i modeli prinyatiya reshenij v usloviyah mnogokriterialnosti i neopredelennosti" [Methods and models of decision making under conditions of multicriteria and uncertainty], Grin D.S., Kherson, 192 p.

Надійшла до редколегії 12.07.2019

Схвалена до друку 10.09.2019

#### Відомості про авторів:

##### Тютюнник Вадим Володимирович

доктор технічних наук старший науковий співробітник  
начальник кафедри Національного університету  
цивільного захисту України,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0001-5394-6367>

#### Information about the authors:

##### Vadym Tiutiunyk

Doctor of Technical Sciences Senior Research  
Head of Department of National University  
of Civil Defense of Ukraine,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-5394-6367>



**Калугін Володимир Дмитрович**

доктор хімічних наук професор  
професор кафедри Національного університету  
цивільного захисту України,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-6899-1010>

**Vladimir Kalugin**

Doctor of Chemical Sciences Professor  
Professor of Department of National University  
of Civil Defense of Ukraine,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-6899-1010>

**Писклакова Ольга Олександрівна**

кандидат технічних наук доцент  
доцент кафедри Харківського національного  
економічного університету ім. С. Кузнеця,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-3330-8920>

**Olha Pysklakova**

Candidate of Technical Sciences Associate Professor  
Senior Lecturer of Department of Simon Kuznets  
Kharkiv National University of Economics,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-3330-8920>

**Затхей Володимир Анатолійович**

кандидат технічних наук доцент  
доцент кафедри Харківського національного  
економічного університету ім. С. Кузнеця,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-4426-7789>

**Vladimir Zatkhei**

Candidate of Technical Sciences Associate Professor  
Senior Lecturer of Department of Simon Kuznets  
Kharkiv National University of Economics,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-4426-7789>

**Тесленко Олег Володимирович**

кандидат технічних наук, доцент  
доцент кафедри Харківського національного  
економічного університету ім. С. Кузнеця,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-3105-9323>

**Oleg Teslenko**

Candidate of Technical Sciences Associate Professor  
Senior Lecturer of Department of Simon Kuznets  
Kharkiv National University of Economics,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-3105-9323>

**ДИНАМИКА КЛАСТЕРИЗАЦИИ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ ПО УРОВНЮ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

В.В. Тютюник, В.Д. Калугин, О.А. Писклакова, В.А. Затхей, О.В. Тесленко

*На основе анализа динамики кластеризации регионов Украины по уровню пожарной опасности (количество пожаров и погибших) дана оценка эффективности функционирования Единой государственной системы гражданской защиты (ЕГСГЗ). С учетом неопределенности параметров, влияющих на условия нормального функционирования территории государства, предложено создания эффективной информационно-аналитической подсистемы управления процессами предупреждения и локализации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) путем комплексного включения в действующую ЕГСГЗ по вертикале от объектового до государственного уровней различных функциональных элементов территориальной системы мониторинга ЧС и системы ситуационных центров.*

**Ключевые слова:** пожар, чрезвычайная ситуация, динамика пожарной опасности, кластерный анализ, неопределенность информации, Единая государственная системы гражданской защиты, информационно-аналитическая подсистема управления процессами предупреждения и локализации последствий чрезвычайных ситуаций, система мониторинга чрезвычайных ситуаций, система ситуационных центров.

**THE CLUSTERING DYNAMICS OF UKRAINE REGIONS ON THE HAZARD FIRE LEVEL AND PATH OF INCREASE IN FUNCTIONING EFFECTIVENESS OF THE UNIFORM STATE SYSTEM OF CIVIL DEFENSE IN THE CONDITIONS OF INFORMATION INPUT INDETERMINACY**

V. Tiutiunyk, V. Kalugin, O. Pisklakova, V. Zatkhei, O. Teslenko

*On the analysis basis dynamics of the clustering regions of Ukraine on the hazard fire level (amount of the fires and the sacrifices) an assessment of functioning effectiveness of the Uniform State System of Civil Protection (USSCP) has been given. Taking into account indeterminacy of the parameters influencing conditions of normal functioning of the territory of the state effective informational creation and analytical subsystem of management processes of prevention and localization of emergency consequences situations has been offered. It was carried out by complex inclusion in operating USSCP after a vertical from object to state levels of various functional elements of the monitoring emergency territorial system and the system of the situational centers. It is shown that the basis of the USSCP should be a classic control loop that provides: collection, processing and analysis of information; modeling of the development of the situation at the facility for management and development of fires in the city, region, country; development and adoption of management decisions on the prevention and elimination of fires, as well as minimizing their incursions; implementation of decisions on the prevention and elimination of fires, as well as minimizing their consequences. Also it is shown that the decision-making procedure of the departments is very complicated. It is complicated by the fact that the main conditions for making effective decisions are their timeliness, completeness and optimality. Therefore, increasing the efficiency of decisions that are made is associated with solving the problem of multi-criteria optimization in the face of uncertainty. This requires the development of formal, normative methods and models for a comprehensive solution to the problem in managing the processes of warning and localizing the consequences of emergency situations to ensure the effective functioning of the system.*

**Keywords:** fire, emergency situation, dynamics of the fire hazard, cluster analysis, information indeterminacy, Uniform State System of Civil Protection, informational and analytical subsystem of management processes prevention, localization of consequences emergency situations, system of monitoring emergency situations, system of the situational centers.