

УДК 351.861

В.В. Тютюнник

Національний університет цивільного захисту України, Харків

ДИСКРИМІНАНТНИЙ ТА КАНОНІЧНИЙ АНАЛІЗИ РЕЗУЛЬТАТІВ КЛАСТЕРІЗАЦІЇ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА ОСНОВНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ПОВСЯКДЕННОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ПРОЯВУ ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Методами дискримінантного та канонічного аналізу проведено оцінку результатів кластеризації території України та отримано математичні залежності для достовірної класифікації території за групами основних показників повсякденного функціонування та прояву техногенної небезпеки.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, класифікація території, дискримінантний аналіз, канонічний аналіз, показники повсякденного функціонування, показники техногенної небезпеки.

Вступ

Обґрунтування проблеми. Розв'язання проблеми створення комплексної системи моніторингу надзвичайних ситуацій (НС) потребує виявлення особливостей класифікації території за групами основних показників повсякденного функціонування та прояву різного роду небезпек [1 – 3].

Аналіз останніх досліджень. Аналіз наукової літератури показує, що існують окремі підходи щодо кількісної оцінки рівня техногенно-природної небезпеки [4 – 12]. Так, в [4, 5] розроблені показники оцінки стану небезпеки території та зроблена спроба її розподілу у відповідності трьом рівням небезпек для НС техногенного та НС природного характеру.

У роботі [6 – 8] наведені спроби побудови та використання інтегральних показників оцінки та аналізу рівня безпеки життєдіяльності потенційно небезпечних об'єктів території за умов базового кількісного поділу, що розкривають причинно-наслідкові зв'язки управління людськими, матеріальними, інформаційними ресурсами для забезпечення досягнення цілей проекту регіонального розвитку. Результатом роботи є розподіл регіонів держави за чотирма рівнями небезпеки. Цей підхід призначений для паспортизації регіонів без врахування інтенсивності виникнення НС техногенного та природного характеру.

Використаний у роботах [9 – 12] ризикоорієнтований підхід поряд з оцінкою рівня загроз потребує визначення збитків від наслідків НС. Він застосовується, насамперед, для наукового обґрунтування прийнятності рівня безпеки життєдіяльності функціонально-просторових природно-господарських зон та прийняття рішень щодо розміщення нових потенційно небезпечних промислових об'єктів і розширення або зміни профілю діючих.

При розв'язанні проблеми формування системи комплексних заходів для запобігання НС різної природи виникає необхідність (за результатами взаємного

впливу між умовами повсякденного функціонування та рівнем техногенної небезпеки в регіонах України – рис. 1) виявлення особливостей класифікації території держави. Ці позиції й визначили необхідність постановки мети та задачі нашого дослідження.

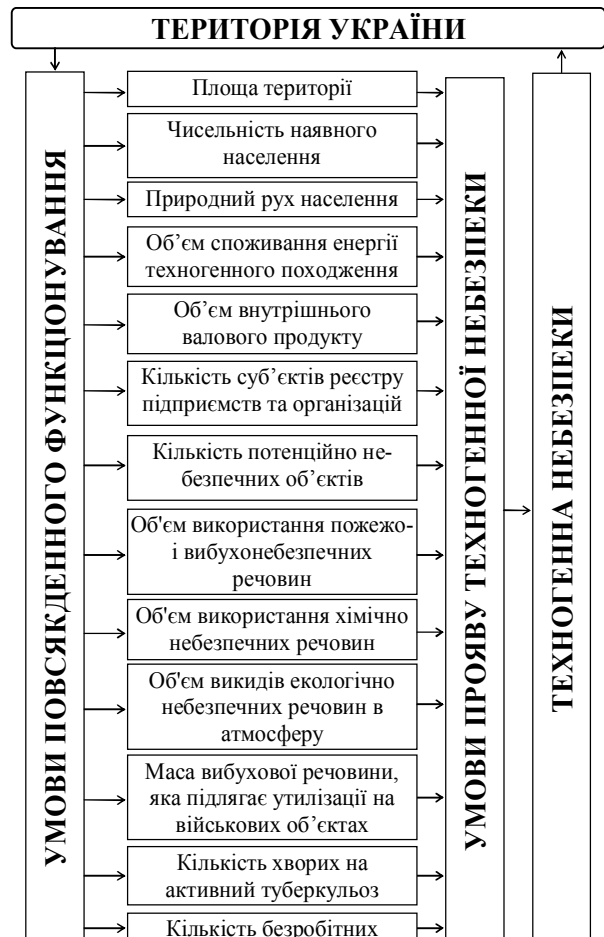


Рис. 1. Схема взаємозв'язку між режимами повсякденного функціонування та надзвичайної ситуації техногенного характеру

Постановка задачі та її розв'язання. Метою дослідження є оцінка, за допомогою дискримінантного та канонічного аналізів, результатів кластериза-

ції території України та отримання математичних залежностей для достовірної класифікації території за групами основних показників повсякденного функціонування та прояву техногенної небезпеки.

Основний розділ

Аналіз даних проведено з використанням статистичних пакетів STATISTICA 6.1 і SPSS 20.

Основними показниками повсякденного функціонування та прояву техногенної небезпеки регіонів України, які склали основу представленої на рис. 1 модельного уявлення, є [13 – 21]: $S^{Тер.}$ – площа території; $N^{Насел.}$ – чисельність наявного населення; N^H – кількість народжених; $N^П$ – кількість померлих; E^T – енергія техногенного походження (енергія E^T є сумою енергій різних видів палив ($E_{П}$) і електричної енергії (E_E), які споживаються в Україні – $E^T = E_{П} + E_E$); $S^{ВВП}$ – об'єм валового внутрішнього продукту; $K_{Суб'єкт.}$ – кількість суб'єктів Єдиного державного реєстру підприємств та організацій України; $K_{ПНО}$ – кількість ПНО; $Q_{ПВНР}$ – об'єм використання пожежо- і вибухонебезпечних речовин; $Q_{ХНР}$ – об'єм використання хімічно небезпечних речовин; $Q_{Атм.}$ – об'єм викидів екологічно небезпечних речовин в атмосферу; $M_{ВР}$ – маса вибухової речовини, яка підлягає утилізації на військових об'єктах; $N_{Туберк.}$ – кількість хворих на активний туберкульоз; $N_{Безробіт.}$ – кількість безробітних;

$$\begin{aligned} h_I &= -138,60 - 29,45E^T + 6,32S^{Тер.} - 35,96N^{Насел.} + 24,84N^H + 0,08N^П - 56,43S^{ВВП} + 127,62K_{Суб'єкт.} + 1,52K_{ПНО} - \\ &- 8,65Q_{ПВНР} + 2,66Q_{ХНР} + 117,53Q_{Атм.} - 4,66M_{ВР} - 28,70N_{Туберк.} + 10,76N_{Безробіт.} - 1,55K_{НС}^{Тех.} + 34K_{Пожеж.} - 1,80K_{ДТП.}; \\ h_{II} &= -4,60 + 1,12E^T - 0,39S^{Тер.} + 0,50N^{Насел.} + 4,27N^H + 0,17N^П + 1,12S^{ВВП} - 7,13K_{Суб'єкт.} + 2,29K_{ПНО} + \\ &+ 1,92Q_{ПВНР} + 1,47Q_{ХНР} - 8,39Q_{Атм.} + 0,67M_{ВР} + 5,41N_{Туберк.} - 0,57N_{Безробіт.} + 0,85K_{НС}^{Тех.} + 0,14K_{Пожеж.} + 0,58K_{ДТП.}; \\ h_{III} &= -6,70 + 5,12E^T - 1,04S^{Тер.} + 6,59N^{Насел.} - 6,32N^H - 0,08N^П + 10,21S^{ВВП} - 21,33K_{Суб'єкт.} - 1,16K_{ПНО} + \\ &+ 0,89Q_{ПВНР} - 1,06Q_{ХНР} - 18,95Q_{Атм.} + 0,62M_{ВР} + 3,34N_{Туберк.} - 1,81N_{Безробіт.} - 0,03K_{НС}^{Тех.} - 1,63K_{Пожеж.} + 0,12K_{ДТП.} \end{aligned} \quad (2)$$

У зв'язку з тим, що дискримінаторні функції були визначені за вибірковими даними, вони потребують перевірки статистичної значимості. Визначальним для дискримінантного аналізу являється перевірка гіпотези про відсутність різниці між груповими середніми $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$, де μ_k – 17-мірний вектор середніх значень 17 основних показників повсякденного функціонування та прояву техногенної небезпеки території України, врахованих у моделі, яка представлена на рис. 1. Перевірку гіпотези у роботі проведено за умов використання статистики Уїлкса, де у якості критерію дискримінації використано лямбду Уїлкса [22]:

$$\Lambda = \det W / \det T, \quad (3)$$

де W – матриця внутрікласового розкиду; T – матриця загального розкиду.

$K_{НС}^{Тех.}$ – кількість надзвичайних ситуацій техногенного походження; $K_{Пожеж.}$ – кількість пожеж і загорянь у техногенному середовищі; $K_{ДТП.}$ – кількість дорожньо-транспортних пригод.

Дискримінантний аналіз являє собою статистичний апарат для аналізу відмінностей між двома та більш групами об'єктів по відношенню до декількох змінних водночас [22] і використовується за умов, коли залежна змінна – категоріальна (у нашому випадку номер кластеру – I, II, III), а незалежні змінні (предиктори) – інтервальні (17 основних показників повсякденного функціонування та прояву техногенної небезпеки, значення яких складають 275 спостережень по території 25 регіонів України за період 2002 – 2012 рр. із кроком спостереження – один рік) [23, 24].

Основною метою дискримінантного аналізу є знаходження лінійних комбінацій змінних, які оптимально розділять групи, що аналізуються:

$$h_k = b_{k0} + b_{k1}X_1 + b_{k2}X_2 + \dots + b_{kp}X_p, \quad (1)$$

де h_k – значення функції класифікації для k -го класу (кластеру); $b_{k0} \dots b_{kp}$ – дискримінантні коефіцієнти (дискримінантні ваги); $X_1 \dots X_p$ – предиктори.

У відповідності із запропонованою на рис. 1 фізичною моделлю та за умов того, що апіорну ймовірність класифікації вибрано однаковою для всіх груп, функції класифікації регіонів України за основними показниками повсякденного функціонування та прояву техногенної небезпеки мають вигляд:

Результати оцінки моделі (2) представлено у табл. 1, де Λ – лямбда Уїлкса; Λ^* – часткова лямбда Уїлкса; F – показник критерію Фішера; p – рівень значимості. Показник L використано для визначення у моделі статистичної значимості потужності дискримінації, так, за відсутності дискримінації $\Lambda = 1,000$, а за наявності повної дискримінації $\Lambda = 0,000$.

Наведені у табл. 1 значення лямбди Уїлкса свідчать, що у моделі, яка представлена на рис. 1, потужність дискримінації на рівні $\Lambda \approx 10^{-3}$ мають предиктори: E^T ; $S^{Тер.}$; $N^{Насел.}$; N^H ; $N^П$; $K_{ПНО}$; $Q_{ХНР}$; $M_{ВР}$; $N_{Безробіт.}$; $K_{НС}^{Тех.}$; $K_{Пожеж.}$ та $K_{ДТП.}$. Інші предиктори мають потужність дискримінації на рівні $\Lambda \approx 10^{-2}$.

Таблиця 1
Результати аналізу дискримінатної моделі повсякденного функціонування території України та прояву техногенної небезпеки

Змінні	Λ	Λ^*	F	p	Толерантність
E^T	0,009	0,866	19,838	0,000	0,095
$S^{Тер.}$	0,008	0,945	7,402	0,001	0,443
$N^{Насел.}$	0,008	0,955	6,097	0,003	0,114
N^H	0,009	0,862	20,498	0,000	0,216
$N^П$	0,007	0,999	0,009	0,991	0,218
$S^{ВВП}$	0,012	0,648	69,583	0,000	0,066
$K_{Суб'ект.}$	0,023	0,322	269,240	0,000	0,029
$K_{ПНО}$	0,008	0,944	7,555	0,001	0,322
$Q_{ПВНР}$	0,010	0,776	37,050	0,000	0,393
$Q_{ХНР}$	0,008	0,905	13,466	0,000	0,580
$Q_{Атм.}$	0,026	0,283	323,702	0,000	0,030
$M_{ВР}$	0,008	0,940	8,101	0,001	0,544
$N_{Туберк.}$	0,010	0,723	49,035	0,000	0,214
$N_{Безробіт.}$	0,009	0,876	18,188	0,000	0,338
$K_{НС}^{Тех.}$	0,008	0,976	3,142	0,045	0,462
$K_{Пожеж.}$	0,008	0,975	3,312	0,038	0,439
$K_{ДТП}$	0,008	0,985	1,942	0,146	0,412

Часткова лямбда Уїлкса (Λ^*) використовується для оцінки одиночних вкладів відповідних змінних у дискримінацію між сукупностями, де, навпаки від показника Λ , більший одиночний вклад змінної у ступень дискримінації визначається відповідним великим значенням Λ^* . Так, найбільшими рівнями вкладів у ступень дискримінації характеризуються змінні: $N^П$ ($\Lambda^* = 0,999$) і $K_{ДТП}$ ($\Lambda^* = 0,985$). Також, значно великим рівнем вкладу у ступень дискримінації можна охарактеризувати наступні параметри: $K_{НС}^{Тех.}$ ($\Lambda^* = 0,976$); $K_{Пожеж.}$ ($\Lambda^* = 0,975$); $N^{Насел.}$ ($\Lambda^* = 0,955$); $S^{Тер.}$ ($\Lambda^* = 0,945$); $K_{ПНО}$ ($\Lambda^* = 0,944$); $M_{ВР}$ ($\Lambda^* = 0,940$) і $Q_{ХНР}$ ($\Lambda^* = 0,905$). Найменшим рівнем – $Q_{Атм.}$ ($\Lambda^* = 0,283$) і $K_{Суб'ект.}$ ($\Lambda^* = 0,322$).

У якості критерію для оцінки вкладу змінних у результат дискримінації застосовано F-показник Фішера при відповідних рівнях значимості (p) та толерантності. Значення толерантності відповідної змінної розраховується як $1 - r^2$, де r – коефіцієнт кореляції цієї змінної з іншими змінними.

Для визначення природи дискримінації основних показників повсякденного функціонування України та прояву техногенної небезпеки, тобто визначення показників, які впливають на результат кластеризації регіонів України, у роботі проведено канонічний аналіз запропонованої на рис. 1 моделі.

Канонічний аналіз дозволяє дослідити взаємозв'язок між двома наборами змінних, тобто оцінити рівень канонічної кореляції, який базується на аналізі канонічних дискримінантних функцій, так званих канонічних коренів, – лінійних комбінацій дискримінантних змінних:

$$f_{km} = u_0 + u_1 X_{1km} + u_2 X_{2km} + \dots + u_q X_{qkm}, \quad (4)$$

де f_{km} – значення канонічної дискримінантної функції (канонічних коренів) для m-го об'єкту у k-й групі; X_{ikm} – значення дискримінантної змінної X_i для m-го об'єкту у k-й групі; u_i – коефіцієнти канонічної дискримінації (канонічні ваги).

Максимальна кількість дискримінантних функцій визначається кількістю класів без одиниць, що дозволило у роботі визначити канонічну модель з двома канонічними коренями. Стандартизовані коефіцієнти (які відносяться до нормованих змінних, що дає змогу аналізувати порівнянні масштаби) канонічної дискримінації цих коренів представлені у табл. 2.

Перша дискримінантна функція (корінь 1) є статистично значущою (власне значення дорівнює 40,050) та найбільш навантаженою за величинами $K_{Суб'ект.}$ (4,546) і $Q_{Атм.}$ (4,441), а також за величинами $S^{ВВП}$ (-2,285) і E^T (-1,147), але з протилежними знаками.

Таблиця 2

Стандартизовані коефіцієнти дискримінуючих функцій канонічної моделі повсякденного функціонування території України та прояву техногенної небезпеки

Змінні	Корінь 1	Корінь 2
E^T	-1,147	0,422
$S^{Тер.}$	0,326	-0,169
$N^{Насел.}$	-0,629	0,132
N^H	0,644	0,583
$N^П$	0,003	0,021
$S^{ВВП}$	-2,285	0,569
$K_{Суб'ект.}$	4,546	-2,201
$K_{ПНО}$	0,081	0,491
$Q_{ПВНР}$	-0,446	0,738
$Q_{ХНР}$	0,160	0,448
$Q_{Атм.}$	4,441	-2,608
$M_{ВР}$	-0,247	0,269
$N_{Туберк.}$	-0,742	1,044
$N_{Безробіт.}$	0,572	-0,265
$K_{НС}^{Тех.}$	-0,059	0,265
$K_{Пожеж.}$	0,243	-0,003
$K_{ДТП}$	-0,084	0,206
Власне значення	40,050	2,251
Кумулятивна частка	0,9468	0,0532

Друга дискримінантна функція (корінь 2), відмічена головним образом величинами $N_{Туберк.}$ (1,044),

$Q_{\text{Атм.}}$ (-2,608) і $K_{\text{Суб'ект.}}$ (-2,201), однак вона статично мало значима – власне значення дорівнює 2,251.

Крім того, кумулятивна доля дисперсії, яка описана першою функцією, складає 94,68 %, що вказує на переважну значимість першої функції у порівнянні з другою. Оцінку вкладів канонічних коренів на рівень статистичної значимості моделі

проведено за критерієм χ -квадрат [22]:

$$\chi^2 = \left[-N - 1 - \frac{q + g + 1}{2} \right] \ln(L), \quad (5)$$

де N – кількість спостережень; q – кількість дискримінантних змінних; g – кількість класів.

Результат оцінки представлено у табл. 3.

Таблиця 3

Результати оцінки впливу видалення канонічних коренів на рівень статистичної значимості канонічної моделі повсякденного функціонування території України та прояву техногенної небезпеки за критерієм χ -квадрат

Видалені корні	Власні значення	Канонічні значення	L	χ^2	Ступень свободи	p
0	40,05	0,99	0,007	1291,94	34	0,00
1	2,25	0,83	0,308	311,24	16	0,00

Представлений у табл. 3 результат свідчить про значне зменшення рівня статистичної значимості канонічної моделі за умов покрокового видалення з неї канонічних коренів. Так, перший рядок містить результати значимості за умов урахування всіх коренів. Другий же рядок інформує про падіння рівня статичної значимості моделі ($L = 0,007 \rightarrow 0,308$; $\chi^2 = 1291,94 \rightarrow 311,24$) за умов видалення із неї одного із коренів. Матриця факторної структури, яка визначає кореляції між змінними та дискримінуючими функціями, представлена у табл. 4.

Таблиця 4

Кореляції між змінними, визначаючими умови повсякденного функціонування території України та прояву техногенної небезпеки, та дискримінуючими функціями

Змінні	Корінь 1	Корінь 2
E^T	0,180	0,095
$S^{\text{Тер.}}$	0,064	0,244
$N^{\text{Насел.}}$	0,501	0,542
N^H	0,344	0,386
$N^{\text{П}}$	0,421	0,468
$S^{\text{ВВП}}$	0,171	0,028
Змінні	Корінь 1	Корінь 2
$K_{\text{Суб'ект.}}$	0,207	0,118
$K_{\text{ПНО}}$	0,214	0,311
$Q_{\text{ПВНР}}$	0,057	0,103
$Q_{\text{ХНР}}$	0,091	0,220
$Q_{\text{Атм.}}$	0,187	-0,018
$M_{\text{ВР}}$	-0,029	0,240
$N_{\text{Туберк.}}$	0,285	0,442
$N_{\text{Безробіт.}}$	0,073	0,099
$K_{\text{НС}}^{\text{Тех.}}$	0,114	0,201
$K_{\text{Пожеж.}}$	0,283	0,241
$K_{\text{ДТП}}$	0,082	0,066

Найбільша, за даними табл. 4, кореляція з найзначимішою дискримінуючою функцією (корінь 1) спостерігається із соціальними показниками функціонування ПТС системи України, такими як: $N^{\text{Насел.}}$ (0,501); $N^{\text{П}}$ (0,421); N^H (0,421).

Серед показників енергетично-економічно-технічного стану повсякденного функціонування ПТС системи України та прояву на її території техногенної небезпеки висока кореляція спостерігається для змінних: $N_{\text{Туберк.}}$ (0,285); $K_{\text{Пожеж.}}$ (0,283); $K_{\text{ПНО}}$ (0,214); $K_{\text{Суб'ект.}}$ (0,207); $Q_{\text{Атм.}}$ (0,187); E^T (0,180); $S^{\text{ВВП}}$ (0,171); $K_{\text{НС}}^{\text{Тех.}}$ (0,114).

Визначення природи дискримінації кожного канонічного кореня базувалось на аналізі середніх значень (за даними 275 спостережень по території 25 регіонів України за період 2002 – 2012 рр. із кроком спостереження – один рік) канонічних змінних – табл. 5.

Таблиця 5

Середні значення канонічних змінних у групах (кластерах), які визначають умови повсякденного функціонування території України та прояву техногенної небезпеки

Група	Корінь 1	Корінь 2
I кластер	16,56	-0,96
II кластер	0,32	2,63
III кластер	-3,24	-0,82

Очевидно, що перша дискримінантна функція (корінь 1) добре ідентифікує за рівнем повсякденного функціонування та прояву техногенної небезпеки регіони України, які відносяться до першого кластеру, від регіонів, які відносяться до другого та третього кластерів. Друга дискримінантна функція (корінь 2) дозволяє, з відповідною обережністю, ідентифікувати регіони, які відносяться до другого кластеру, від регіонів, які відносяться до першого та третього кластерів. При цьому, дискримінантна функція 2 визначає лише 5,32 % (див. табл. 2) дискримі-

нуючої потужності. Це указує на необхідність інтерпретації результатів ідентифікації регіонів між другим та третім кластерами за умов поєднання двох дискримінантних функцій, що підтверджується діаграмою розсіяння значень цих функцій, яку представлено на рис. 2. Як видно з рис. 2, діапазон розсіяння значень дискримінантної функції 1 становить приблизно 25 одиниць (від -5 до 20 одиниць). Діапазон розсіяння значень цієї функції для першого кластеру становить приблизно 8 одиниць (від 12 до 20 одиниць). Діапазон розсіяння значень цієї функції для другого кластеру – 4,5 одиниці (від -2,5 до 2 одиниць). Для третього кластеру – 4,5 одиниці (від -5 до -0,5 одиниць). Відстань між першим і другим кластерами становить 10 одиниць (від 2 до 12 одиниць). Рівень накладання між другим і третім кластерами – 2 одиниці (від -2,5 до -0,5 одиниць). Це підтверджує результати табл. 5 про можливість однозначної ідентифікації дискримінантною функцією 1 першого кластеру.

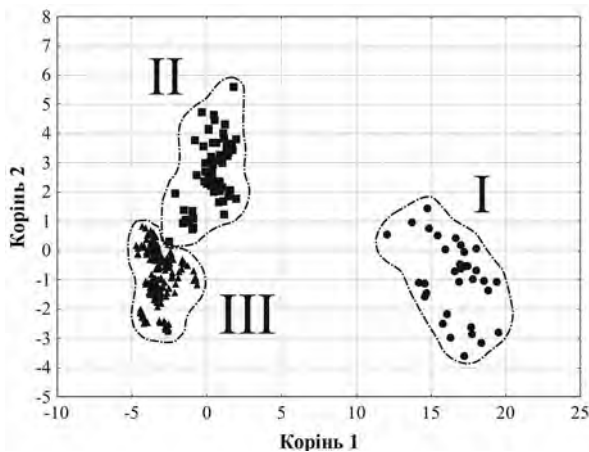


Рис. 2. Діаграма розсіяння значень дискримінантних функцій

Діапазон розсіяння значень дискримінантної функції 2 становить приблизно 9,50 одиниць (від -3,75 до 5,75 одиниць). Діапазон розсіяння значень цієї функції для першого кластеру становить приблизно 5,25 одиниць (від -3,75 до 1,50 одиниць). Діапазон розсіяння значень цієї функції для другого кластеру – 5,50 одиниці (від 0,25 до 5,75 одиниць). Для третього кластеру – 3,50 одиниці (від -2,75 до 0,75 одиниць). Зона невизначеності за дискримінантною функцією 2 становить приблизно 4,25 одиниць (від -2,75 до 1,50 одиниць), що становить приблизно 45 % від загального діапазону розсіяння значень дискримінантної функції 2.

Ці результати однозначно узгоджуються з результатами табл. 3 і 5, які свідчать про високий рівень статистичної значимості результатів взаємного поєднання двох дискримінантних функцій (корінь 1 і корінь 2 – табл. 2) при ідентифікації регіонів України за основними показниками життєдіяльності та прояву техногенної небезпеки та при їх ранжируванні за трьома кластерами.

Висновки

У роботі, за даними дискримінантного та канонічного методів статистичного аналізу, отримані математичні залежності для достовірної класифікації та ранжирування території України за низкою основних показників повсякденного функціонування та прояву техногенної небезпеки.

Отримані результати становлять необхідну для подальшого розвитку наукову інформаційно-прогностичну основу створення ефективної територіальної комплексної системи моніторингу, запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного походження та забезпечення екологічної безпеки [25, 26].

Список літератури

1. Природні та техногенні загрози, оцінювання небезпек / В.А. Андронов, А.С. Рогозін, О.М. Соболев, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко – Х.: Національний університет цивільного захисту України, 2011. – 264 с.
2. Азімов О.Т. Огляд поточного стану природно-техногенної безпеки в Україні та перспективи розвитку аналітичної інтерактивної системи моніторингу надзвичайних ситуацій засобами дистанційних, телематичних та ГІС-технологій / О.Т. Азімов, П.А. Коротинський, Ю.Ю. Колесніченко // ГЕОІНФОРМАТИКА – 2006. – № 4. – С. 52-66.
3. Черногор Л.Ф. Фізика і екологія катастроф / Л.Ф. Черногор – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. – 556 с.
4. Биченок М.М. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні / М.М. Биченок, О.М. Трофимчук – К.: РНБОУ, 2002. – 153 с.
5. Осипов В.И. Природные опасности и стратегические риски в мире и в России / В.И. Осипов // Экология и жизнь. – 2009. – № 11-12 (96-97). – С. 5-15.
6. Рак Ю.П. Оцінка стану життєдіяльності регіонів України: інтегральний підхід / Ю.П. Рак, О.Б. Зачко // Пожежна безпека: зб. наук. пр. – Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2008. – № 13. – С. 86-90.
7. Комплексная оценка уровня риска опасного объекта / В.Д. Кондратьев, А.В. Толстых, Б.К. Вандыков, А.В. Щепкин // Системы управления и информац. технологий. – 2004. – № 3(15). – С. 53-57.
8. 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: зб. наук. праць. – Х.: УЦЗ України, 2009. – Вип. 9. – С. 146-157.
9. Хенли Э.Дж. Надежность технических систем и оценка риска / Э.Дж. Хенли, Х. Кумамото – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
10. Питулько В.М. Научное обеспечение управлением риска аварий и катастроф / В.М. Питулько // Инженерная экология. – 1996. – № 3. – С. 36-44.
11. Быков А.А. Теория и методы управления риском ЧС: проблемы и перспективы / А.А. Быков // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ, 2001. – Вып. 3. – С. 72-91.
12. Труш О.О. Структурно-функціональне забезпечення територіального управління запобіганням та ліквідацією надзвичайних ситуацій (на прикладі Управління пожежної безпеки в Харківській області) / О.О. Труш // Автореф. дис. ... канд. наук з держ. управління: 25.00.02; Національна академія державного управління при Президентові України, Харк. регіон. інститут, 2003. – 19 с.

13. 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. – Х.: Національний університет цивільного захисту України, 2011. – Вип. 14. – С. 171-194.

14. Системний підхід до оцінки ризиків надзвичайних ситуацій в Україні / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – 2012. – 1/6 (55). – С. 59-70.

15. Оцінка рівня пожежної небезпеки території України на основі аналізу енергетичних показників стану життєдіяльності / В.Д. Калугін, В.В. Коврегін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Пожежна безпека: зб. наук. пр. – Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2013. – № 22. – С. 99-112.

16. Оцінка рівня хімічної небезпеки території України на основі аналізу енергетичних показників життєдіяльності / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Нафтогазова енергетика. – Івано-Франківськ: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 2013. – № 1(19). – С. 109-123.

17. Енергетичний підхід до оцінки екологічного стану природно-техногенно-соціальної системи України в режимі повсякденного функціонування / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Зб. наук. праць Севастопольського національного університету ядерної енергетики та промисловості. – Севастополь: СТУЯЕІП, 2013. – Вип. 4 (48). – С. 196-208.

18. Енергетичний підхід до оцінки небезпеки життєдіяльності природно-техногенно-соціальної системи України в умовах територіального розподілу складів боєприпасів і підприємств з їх утилізації / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Системи озброєння і військова техніка. – 2013. – № 4 (36). – С. 47-56.

19. Оцінка сумарного впливу складових техногенного навантаження на загальний рівень небезпеки життєдіяльності території України / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, 2013. – Вип. 4(37). – С. 189-197.

20. Энергетический подход для оценки уровня техногенной опасности природно-техногенно-социальной системы / В.Д. Калугин, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.И. Шевченко // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». – М.: Академия Государственной

противопожарной службы МЧС России, 2014. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://academygprs.ru/img/UNK/asit/ttb/2014-1/28-01-14.ttb.pdf>.

21. Оценка уровня техногенной опасности территории по основным показателям жизнедеятельности методами факторного анализа и анализа главных компонент / В.В. Тютюник, Н.В. Бондарев, Р.И. Шевченко, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугин // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты: научн. ж. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России, 2014. – № 3(22). – С. 47-57.

22. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ. / Дж.-О. Ким, Ч.У. Мюллер, У.Р. Клекка, М.С. Олдендерфер, Р.К. Блэйффилд. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

23. Кластерный анализ территории Украины по основным показателям повседневно функционирования и проявления техногенной опасности / В.В. Тютюник, Н.В. Бондарев, Р.И. Шевченко, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугин // Геоинформатика. – К.: Институт геологических наук НАН Украины, 2014. – № 4(52). – С. 63-72.

24. Деревя класифікації території України за основними показниками повсякденного функціонування та прояву техногенної небезпеки / В.В. Тютюник, М.В. Бондарев, Р.І. Шевченко, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугін // Системи обробки інформації. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2014. – Вип. 9(125). – С. 228-237.

25. Тютюник В.В. Основні принципи інтегральної системи безпеки при надзвичайних ситуаціях / В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, 2008. – Вип. 3(18). – С. 179-180.

26. 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. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 9 (116). – С. 204-216.

Надійшла до редколегії 10.02.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків.

ДИСКРИМИНАНТНИЙ І КАНОНІЧЕСЬКИЙ АНАЛІЗИ РЕЗУЛЬТАТІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ПО ОСНОВНИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ПОВСЯКДЕННОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ І ПРОЯВЛЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ ОПАСНОСТІ

В.В. Тютюник

Методами дискримінантного і каноніческого аналізу проведена оцінка результатів кластеризації території України і отримані математичні залежності для достовірної класифікації території України по групах основних показників повсякденного функціонування і проявлення техногенної небезпеки.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, класифікація території, дискримінантний аналіз, каноніческий аналіз, показники повсякденного функціонування, показники техногенної небезпеки

DISCRIMINANT AND CANONICAL ANALYSES OF RESULTS CLUSTERINGS OF THE TERRITORY OF UKRAINE ON THE MAIN TO INDICATORS OF DAILY FUNCTIONING AND MANIFESTATIONS OF TECHNOGENIC DANGER

V.V. Tiutiunik

As methods of discriminant and initial analyses the assessment of results of a clustering of the territory of Ukraine is carried out and mathematical dependences for reliable classification of the territory of Ukraine by groups of the main indicators of daily functioning and manifestation of technogenic danger are received.

Keywords: emergency situation, classification of the territory, discriminant analysis, initial analysis, indicators of daily functioning, manifestation of technogenic danger.