

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

ISSN 2524-0226

ПРОБЛЕМИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

PROBLEMS OF EMERGENCIES

Випуск 26

Включено в міжнародні наукометричні бази
даних: Ulrich's Periodicals Directory, Academic
Research Index – ResearchBib, Index Copernicus

Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ №21459-11259 ПР від 27.07.2015

Затверджено до друку вченою радою
НУЦЗ України (протокол № 3 от 29.11.2017)

Харків
2017

Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2017. – Вип. 26. – 206 с.

Видання засноване у 2005 році. Включене до Переліку наукових фахових видань України (наказ МОН України від 21.12.2015 №1328).

Наведені результати наукових досліджень, спрямованих на попередження, ліквідацію і боротьбу з наслідками надзвичайних ситуацій.

Редакційна колегія: д.т.н., проф. *Ю.О. Абрамов* (гол. ред.), д.т.н., проф. *В.А. Андронов*, д.т.н., проф. *О.Є. Басманов*, д.т.н., проф. *Е.В. Бодяньський*, д.т.н., с.н.с. *Ю.П. Ключка*, д.т.н., проф. *В.М. Комяк*, д.т.н., проф. *В.І. Крижцова*, д.т.н., проф. *Л.М. Куценко*, д.н., проф. *А. Мізерські* (Польща), д.т.н., проф. *Е.Ю. Прохач*, д.т.н., с.н.с. *О.М. Соболев*, д.т.н., проф. *В.В. Соловей*, д.філос., проф. *Б. Сцакал* (Угорщина), д.т.н., с.н.с. *О.А. Тарасенко*, д.т.н., проф. *І.Б. Туркін*, д.т.н., проф. *І.А. Чуб*.

Издание основано в 2005 году. Включено в Перечень научных специализированных изданий Украины (приказ МОН Украины от 21.12.2015 №1328).

Представлены результаты научных исследований, направленных на предупреждение, ликвидацию и борьбу с последствиями чрезвычайных ситуаций.

Редакционная коллегия: д.т.н., проф. *Ю.А. Абрамов* (гл. ред.), д.т.н., проф. *В.А. Андронов*, д.т.н., проф. *А.Е. Басманов*, д.т.н., проф. *Э.В. Бодянский*, д.т.н., с.н.с. *Ю.П. Ключка*, д.т.н., проф. *В.М. Комяк*, д.т.н., проф. *В.И. Крижцова*, д.т.н., проф. *Л.Н. Куценко*, д.н., проф. *А. Мизерски* (Польша), д.т.н., проф. *Э.Е. Прохач*, д.т.н., с.н.с. *А.Н. Соболев*, д.т.н., проф. *В.В. Соловей*, д.філос., проф. *Б. Сцакал* (Венгрия), д.т.н., с.н.с. *А.А. Тарасенко*, д.т.н., проф. *И.Б. Туркин*, д.т.н., проф. *И.А. Чуб*.

The issue was founded in 2005. It has been included in the list of specialized scientific issues of Ukraine (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine, 21.12.05, N1328).

The results of research aimed at the prevention, eradication and struggle with the consequences of emergencies.

Editorial Board: Dr. Sc., Prof. *Y.A. Abramov* (Chief Editor), Dr. Sc., Prof. *V.A. Andronov*, Dr. Sc., Prof. *A.E. Basmanov*, Dr. Sc., Prof. *E.V. Bodyanskiy*, Dr. Sc., Senior Research *Y.P. Klyuchka*, Dr. Sc., Prof. *V.M. Komyak*, Dr. Sc., Prof. *V.I. Krivtsova*, Dr. Sc., Prof. *L.N. Kutsenko*, Dr. Sc., Prof. *A. Mizurski* (Poland), Dr. Sc., Prof. *A. Mizurski (Poland)*, Dr. Sc., Prof. *E.Y. Prokhach*, Dr. Sc., Senior Research *A.N. Sobol*, Ph.D., Prof. *B. Stsikal* (Hungary), Dr. Sc., Senior Research *A.A. Tarasenko*, Dr. Sc., Prof. *I.B. Turkin*, Dr. Sc., Prof. *I.A. Chub*.

Рецензенты: д.т.н., проф. *О.Н. Фоменко*,
д.т.н., проф. *О.Г. Руденко*.

© Національний університет
цивільного захисту України, 2017

Ю.А. Абрамов, д.т.н., гл. научн. сотр., НУГЗУ.

В.И. Крижцова, д.т.н., профессор, НУГЗУ

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРА СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ПОДАЧИ ВОДОРОДА

Разработан алгоритм контроля технического состояния генератора водорода с использованием его частотных характеристик.

Ключевые слова: газогенератор, частотные характеристики, динамические свойства, техническое состояние.

Постановка проблемы. Чрезвычайное событие, в частности, техногенного характера состоит в резком отклонении от нормы процессов, которые происходят и имеют существенное отрицательное влияние на функционирование систем и окружающую среду [1]. Важное место по снижению вероятности появления таких событий занимает мониторинг технического состояния потенциально опасных технических объектов. К их числу относятся объекты, технические процессы в которых предусматривают получение, хранение, транспортировку и др. водорода и водородосодержащих газов. Одной из проблем эксплуатации таких объектов является обеспечение безопасного технологического процесса генерации водорода.

Анализ последних исследований и публикаций. Достаточно полно информация о процессах, имеющих место при получении водорода, в частности, из твердых веществ и жидких веществ, представлена в работе [2]. В работах [3, 4] представлены результаты исследований по изучению пожаровзрывоопасных свойств водородсодержащих систем. Для обеспечения безопасного функционирования таких систем осуществляется контроль их параметров [5]. Контролируемыми параметрами являются такие параметры, которые характеризуют локальные свойства систем и, в подавляющем большинстве случаев, не учитывают динамические свойства этих систем [6]. В работе [7] предложен способ контроля технического состояния одного из основных элементов систем хранения водорода – генератора водорода. Этот способ основан на определении принадлежности фигуративной точки некоторой области, принадлежащей амплитудно-частотной характеристике генератора водорода. Недостатком такого алгоритма является низкая достоверность при определении технического состояния генератора водорода.

Постановка задачи и ее решение. Целью работы является обоснование возможности повышения достоверности при определении технического состояния газогенератора систем хранения и подачи водорода.

5. Grachev V. A. The training management of firefighters on the basis of studies of the patterns of their physical health: avtoref. dis. on competition scientist degree of candidate of technical sciences: 05.01.04 'Ergonomics' / V. A. Grachev – Moscow, 2001. – 20 p.

6. Strelets V. M. Features perform common actions providing carrying out of rescue works at subway stations / V. M. Strelets, P.Yu. Borodich, S. S. Beridze // Problems of emergency situations. – 2008. – № 7. – P. 124-131.

7. Medvedev V. I. Human psychological reactions in extreme conditions / V. I. Medvedev – M.: Science, 1981. – 625 p.

8. Dutov V. I. The main aspects of psycho-physiological selection in the emotional intensity humans on fire / V. I. Dutov // The safety of people in fires: Collection of scientific papers. – M., Stroizdat, 1994. – С.41-45.

9. The system approach in engineering psychology and psychology of labor: [a collection of articles Rus. acad. of sciences, Institute of psychology / red. Bodrov V. A. and Venda V. F.]. – M.: Sciences, 1992. – 156 p.

10. Borodich P.Yu. The definition of the features of the work of rescuers in insulating gas masks / P.Yu. Borodich, P.A. Kovalov, S.V. Rosokha, V.M. Strilets // Problems of emergency situations – № 13 – Khar'kov, Folio, 2011 – p.47-57.

11. Strelets V.M. Functional-target causal model of ergonomic assessment / V. M. Strelets // System of information processing. Collection of scientific works. 2(12). – Khar'kov: NANY, PANM, XVY, 2001. – p. 48-51.

Received by editorial Board 12.09.2017

П.А. Ковальов, А.В. Максимов, В.М. Стрелець

Аналіз проведення аварійно-рятувальних робіт газодимозахисниками на висоті

Показано, що організація професійної діяльності особового складу газодимозахисної служби вимагає обов'язкового врахування того, що на час виконання операцій, які пов'язані з проведенням аварійно-рятувальних робіт на висоті, впливають не тільки рівень підготовленості, але й екстремальність ситуації, пов'язана з рятуванням живих людей. Аналіз часу виконання основних операцій в ізолюючих апаратах показав, що вони можуть бути подані за допомогою β -розподілу. За показником скошеності розподілу часу виконання типових операцій можна оцінювати рівень підготовленості рятувальників.

Ключові слова: газодимозахисники, операція, час виконання, розподіл, скошеність.

П.А. Ковалев, А.В. Максимов, В.М. Стрелець

Аналіз проведення аварійно-спасателських робіт газодимозахисниками на висоті

Показано, что организация профессиональной деятельности газодимозащитников требует того, чтобы обязательно было учтено, что на время выполнения операций, связанных с проведением аварийно-спасательных работ на высоте, влияют не только уровень подготовленности, но и экстремальность ситуации, связанная, в первую очередь со спасением живых людей. Анализ времени выполнения основных операций в изолирующих аппаратах показал, что они могут быть описанными с помощью β -распределения. По величине скошенности распределения времени выполнения типовых операций можно судить об уровне подготовленности спасателей.

Ключевые слова: газодимозащитники, операция, время выполнения, распределение, скошенность.

С.Я. Кравців, викладач-методист, НУЦЗУ,
О.М. Соболев, д.т.н., с.н.с., професор каф., НУЦЗУ

ГРУПУВАННЯ АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ УКРАЇНИ ПО РІВНЮ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ ЗА ДОПОМОГОЮ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

У даній роботі проведено групування адміністративно-територіальних одиниць України по рівню інтегрального пожежного ризику за допомогою кластерного аналізу двома методами, а саме, об'єднання (деревоподібна кластеризація) та кластеризації методом k-середніх з метою визначення областей, для яких мають бути застосовані відповідні типи моделей управління інтегральним ризиком.

Ключові слова: кластерний аналіз, інтегральний пожежний ризик, міра подібності, дендограма.

Постановка проблеми. На сьогодні велика увага приділяється реформуванню Державної служби України з питань надзвичайних ситуацій (ДСНС України), яка повинна забезпечувати належний рівень життєдіяльності населення, його захисту від надзвичайних ситуацій, пожеж та інших небезпечних подій. Значна увага у Стратегії реформування системи ДСНС України [1] приділяється застосуванню ризик-орієнтованого підходу для підвищення рівня пожежної безпеки на території нашої держави, оскільки ризик є об'єктивним показником, який характеризує величину потенційної небезпеки для людей, матеріальних цінностей та навколишнього середовища. Таким чином, виникає науково-прикладна проблема управління інтегральним пожежним ризиком на регіональному рівні. Розв'язанню даної проблеми сприятиме побудова моделей та методів управління зазначеним ризиком для кожного регіону України. У зв'язку з цим, проведення кластерного аналізу адміністративно-територіальних одиниць України дозволить визначити групи регіонів, для котрих мають бути застосовані відповідні типи моделей управління інтегральним ризиком, що призведе до зменшення обчислювальних ресурсів, необхідних для вирішення вказаної проблеми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд кластерного аналізу детально описано в книзі Дж.-О Кіма [2], яка представляє собою збірник робіт американських вчених у даному напрямі. В ній розглянуто апарат факторного, дискримінантного та кластерного аналізів. В статті [3] було використано факторний аналіз для оцінки параметрів впливу на інтегральний пожежний ризик. В роботі [4] наведена математична модель управління інтегральним пожежним ризиком для Харківської обла-

сті. Таким чином, проведення кластерного аналізу для адміністративно-територіальних одиниць України дозволить застосувати побудовану модель і для інших областей, які будуть входити в один кластер з Харківською областю.

Постановка завдання та його вирішення. Метою роботи є групування областей України та м. Києва в кластери з подальшим знаходженням подібності і можливості використання моделі управління інтегральним пожежним ризиком [4] для інших областей.

Головне призначення кластерного аналізу [5] – це розбиття множини досліджуваних об'єктів і ознак на однорідні у відповідному розумінні групи або кластери. Це означає, що вирішується завдання класифікації даних і виявлення відповідної структури в ній. Методи кластерного аналізу можна застосовувати в самих різних випадках, навіть в тих випадках, коли мова йде про просте угруповання, в якому все зводиться до утворення груп по кількісній подібності.

Рішенням задачі кластерного аналізу є розбиття, що задовольняють деякому критерію оптимальності. Цей критерій може являти собою деякий функціонал, що виражає рівні бажаності різних угруповань, який називають цільовою функцією.

Однією з проблем кластерного аналізу є неоднорідність одиниць виміру ознак, що ускладнює коректність розрахунків відстаней між точками. Ця проблема вирішується за допомогою попередньої стандартизації змінних. Стандартизація або нормування приводить значення всіх перетворених змінних до єдиного діапазону значень шляхом відношення цих значень до деякої величини, що відбиває певні властивості конкретної ознаки. Оберемо такий спосіб нормування вихідних даних

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}, \quad (1)$$

де z – стандартизоване значення змінної; x – абсолютне значення змінної; \bar{x} , σ – відповідно середнє значення і середньоквадратичне відхилення змінної x .

Враховуючи статистичні дані щодо загибелі людей внаслідок пожеж за останній 7 років [6] розрахуємо інтегральний пожежний ризик R_3 [7] та опрацюємо результати за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 10 (рис. 1). Слід відзначити, що у розрахунках не враховано Донецьку та Луганську області через некоректність інформації за 2014-2016 рр.

Data: Ризик по всіх обл України (7v by 23c)							
	1	2	3	4	5	6	7
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Вінницька	0,00006	0,00006	0,00006	0,00005	0,00005	0,00006	0,00003
Волинська	0,00005	0,00005	0,00005	0,00003	0,00004	0,00004	0,00003
Дніпропетровська	0,00008	0,00007	0,00006	0,00006	0,00006	0,00005	0,00005
Житомирська	0,00008	0,00008	0,00009	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008
Закарпатська	0,00003	0,00004	0,00004	0,00004	0,00002	0,00003	0,00002
Запорізька	0,00008	0,00008	0,00006	0,00006	0,00006	0,00006	0,00005
Івано-Франківська	0,00004	0,00005	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00003
м. Київ	0,00003	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002
Київська	0,00008	0,00008	0,00008	0,00007	0,00006	0,00005	0,00008
Кіровоградська	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008	0,00007
Львівська	0,00004	0,00003	0,00004	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003
Миколаївська	0,00006	0,00007	0,00007	0,00007	0,00006	0,00007	0,00005
Одеська	0,00006	0,00006	0,00006	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005
Полтавська	0,00008	0,00007	0,00006	0,00006	0,00006	0,00005	0,00005
Рівненська	0,00005	0,00007	0,00005	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004
Сумська	0,00007	0,00006	0,00007	0,00008	0,00008	0,00007	0,00006
Тернопільська	0,00005	0,00005	0,00006	0,00005	0,00006	0,00004	0,00004
Харківська	0,00005	0,00006	0,00007	0,00006	0,00005	0,00005	0,00005
Херсонська	0,00007	0,00007	0,00007	0,00006	0,00006	0,00005	0,00005
Хмельницька	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004
Черкаська	0,00007	0,00008	0,00006	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005
Чернігівська	0,00006	0,00006	0,00005	0,00006	0,00004	0,00004	0,00004
Чернівецька	0,00008	0,00005	0,00005	0,00005	0,00006	0,00006	0,00005

Рис. 1. Динаміка інтегрального пожежного ризику для областей України та м. Київ протягом 2010-2016 рр.

За допомогою ієрархічного методу кластерного аналізу розіб'ємо області України на групи (рис. 2), що будуть характеризуватися схожою ситуацією стосовно загибелі людей під час пожеж за одиницю часу. Під час проведення кластеризації для заходів подібності було використано метод Варда (Уарда), який полягає в тому, що спочатку в обох кластерах для всіх наявних спостережень проводиться розрахунок середніх значень окремих змінних. Потім обчислюються квадрати евклідових відстаней від окремих спостережень кожного кластера до визначеного середнього значення, причому зазначені відстані підсумовуються. Далі в один новий кластер поєднуються ті кластери, при об'єднанні яких відбувається найменший приріст загальної суми відстаней. Як міру відстані було обрано манхетенівську відстань (відстань міських кварталів), яка розраховується за формулою

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|, \quad (2)$$

де d_{ij} – відстань між об'єктами i та j ; x_{ik} (x_{jk}) – значення k -ї змінної для i -го (j -го) об'єкта ($k=1,2,3,\dots,p$).

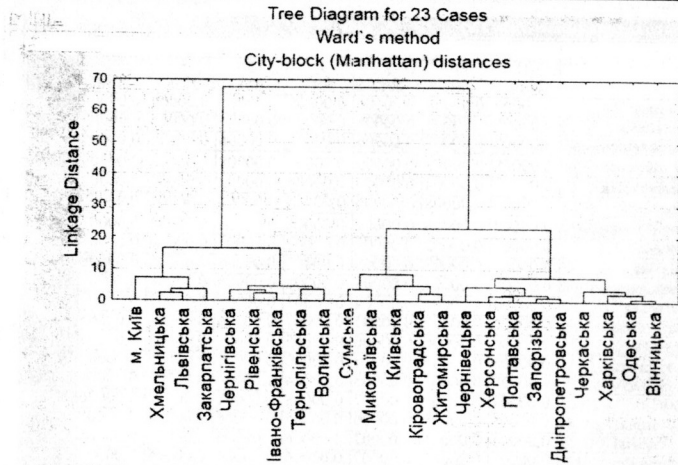


Рис. 2. Вертикальна деревоподібна дендограма за методом Варда, яка показує відстань об'єднання досліджуваних областей

На дендограмі, що наведена на рис. 2 горизонтальна ось являє собою область спостереження, вертикальна – відстань об'єднання. Таким чином, на першому етапі були об'єднані Одеська і Вінницька області з мінімальними відстанями, що становить 1,000364, а на останньому рівні було об'єднано в єдиний кластер усі області з максимальним значенням відстані 67,59186. Аналіз дендограми дозволив зробити висновок, на якому етапі кластеризації слід прийняти отриману класифікацію як остаточну. При кількості кластерів, яка дорівнює двом (K=2), отримуємо дві групи областей. До першої входять м. Київ, Хмельницька, Львівська, Закарпатська, Чернівецька, Рівненська, Івано-Франківська та Волинська області, а до другої – всі інші. Більш доцільніше розглядати систему при K=4, оскільки тоді можна одержати чотири кластери із значеннями відстаней, які наведені в табл. 1.

Табл. 1. Відомості про угруповання при кількості кластерів, яка дорівнює 4 (K=4)

Групи кластерів при K=4	Області	Значення відстані кластеру
Кластер 1	Сумська, Миколаївська, Київська, Кіровоградська та Житомирська області	8,352732
Кластер 2	Чернівецька, Херсонська, Полтавська, Запорізька, Дніпропетровська, Черкаська, Харківська, Одеська та Вінницька області	7,410969
Кластер 3	м. Київ, Хмельницька, Львівська, Закарпатська області	7,20112
Кластер 4	Чернігівська, Рівненська, Івано-Франківська, Тернопільська та Волинська області	4,466044

Остаточно приймаємо кількість кластерів рівною 4, оскільки при подальшому збільшенні їх кількості втрачається наочність класифікації. Результати деревовидної кластеризації в графічному вигляді наведені на рис. 3.

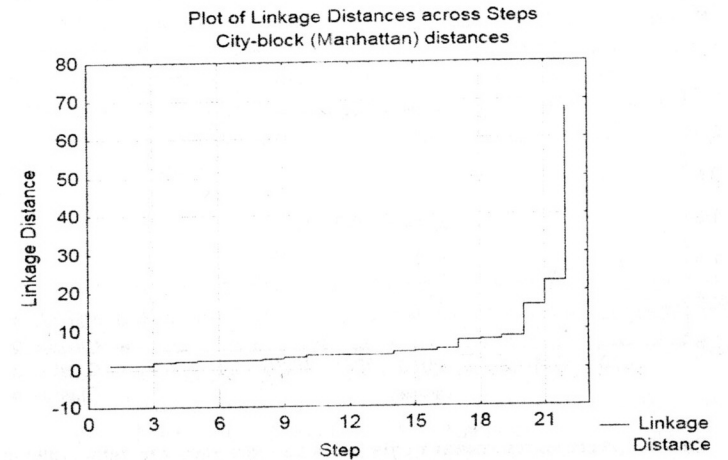


Рис. 3. Графік покрокового об'єднання основних змінних, що досліджуються

Для обґрунтування прийнятності класифікації за методом k-середніх в роботі проведено порівняння мінливості всередині кластерів з мінливістю поза кластерами. Оцінка порівняння мінливості всередині і поза кластерами проведена з використанням F-критерію Фішера [2]. В табл. 2 представлені результати дисперсного аналізу методом k-середніх. Визначимо, що критичне (табличне) значення критерію Фішера буде дорівнювати 2,447, тобто емпіричне значення критерію Фішера перевищує табличне. У зв'язку з цим, нульова гіпотеза про рівність генеральних дисперсій на рівні значущості 0,05 приймається.

Табл. 2. Результати дисперсійного аналізу k-середніх значень основних змінних

Змінні	Мінливість між кластерами	Ступінь свободи	Мінливість всередині кластерів	Ступінь свободи	F - критерій	
					F	α
2010	18,00713	3	3,992870	19	28,56220	0,000000
2011	15,60396	3	6,396039	19	15,45098	0,000025
2012	17,87237	3	4,127626	19	27,42295	0,000000
2013	17,56214	3	4,437860	19	25,06318	0,000001
2014	18,22331	3	3,776688	19	30,55967	0,000000
2015	18,18678	3	3,813215	19	30,20626	0,000000
2016	19,87199	3	2,128006	19	59,14267	0,000000

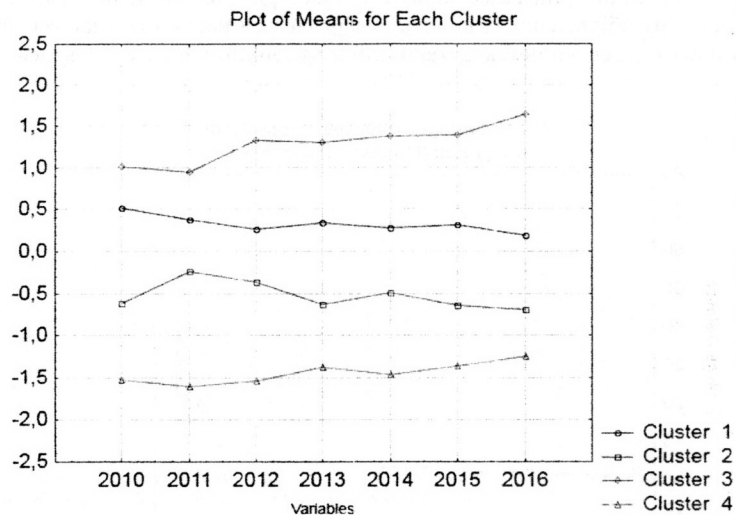


Рис. 4. Графік математичних очікувань для кожного кластера стандартизованих значень основних змінних

Табл. 3. Математичне відхилення (M_x), стандартне відхилення (σ_x) і дисперсія (σ_x^2) стандартизованих значень основних змінних (X)

Змінні (X)	I кластер			II кластер		
	M_x	σ_x	σ_x^2	M_x	σ_x	σ_x^2
2010	0,514287	0,544098	0,296043	-0,612282	0,344829	0,118907
2011	0,380769	0,550637	0,303201	-0,244578	0,544714	0,296714
2012	0,264614	0,406409	0,165168	-0,360602	0,372876	0,139037
2013	0,343631	0,429718	0,184657	-0,628507	0,633780	0,401677
2014	0,283000	0,248750	0,061876	-0,493584	0,596655	0,355997
2015	0,313017	0,373096	0,139201	-0,644811	0,177532	0,031518
2016	0,190168	0,206482	0,042635	-0,691584	0,276410	0,076403
Змінні (X)	III кластер			IV кластер		
	M_x	σ_x	σ_x^2	M_x	σ_x	σ_x^2
2010	1,011933	0,188861	0,035668	-1,53230	0,498616	0,248618
2011	0,952628	0,741283	0,549500	-1,59883	0,526585	0,277292
2012	1,327837	0,539238	0,290778	-1,53862	0,635776	0,404211
2013	1,304706	0,376612	0,141837	-1,37815	0,497905	0,247909
2014	1,377235	0,524213	0,274800	-1,46775	0,569038	0,323804
2015	1,386825	0,781341	0,610494	-1,36335	0,448277	0,200952
2016	1,644365	0,538173	0,289631	-1,25531	0,435809	0,189930

На рис. 4 графічно відображено значення, що наведені в табл. 3. Дані значення розраховані методом k-середніх та містять інформацію про

математичне відхилення (M_x), стандартне відхилення (σ_x) і дисперсію (σ_x^2) стандартизованих значень основних змінних (X) всіх 4-х кластерів.

Висновки. У даній роботі проведено групування адміністративно-територіальних одиниць України по рівню інтегрального пожежного ризику за допомогою кластерного аналізу. В результаті аналізу всі регіони України були розбиті на 4 групи. Це дозволить застосувати для кожної групи відповідну модель управління інтегральним пожежним ризиком. Подальші дослідження будуть направлені на розробку методу управління інтегральним пожежним ризиком, який передбачається застосувати для кожної групи регіонів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25.01.2017 р. № 61-р «Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/61-2017-p>.
2. 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.
3. Кравців С.Я. Оцінювання параметрів впливу на інтегральний пожежний ризик за допомогою факторного аналізу / С.Я. Кравців, О.М. Соболев, В.В. Тютюнник // Пожежна безпека: збірник наукових праць. – Львів: ЛДУБЖД, 2017. – Вип. 30. – С. 99-104.
4. Соболев О.М. Математична модель управління інтегральним пожежним ризиком та її особливості / О.М. Соболев, С.Я. Кравців // Вісник ХНТУ: збірник наукових праць. – Херсон: ХНТУ, 2017. – Вип. 3 (62) Т. 2. – С. 317-321.
5. Буреева Н.Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП "STATISTICA". Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Применение программных средств в научных исследованиях и преподавании математики и механики». Нижний Новгород, 2007. – 112 с
6. Аналіз масиву карток обліку пожеж – ДСНС Україна [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html>.
7. Kravtsiv S.Ya. The analysis of integral risks of the territory of Ukraine / S.Ya. Kravtsiv, O.M. Sobol, A.V. Maksimov // Проблеми надзвичайних ситуацій: збірник наукових праць. – Харків: НУЦЗУ, 2016. – Вип. 23. – С. 53-60. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol23/Kravtsiv.pdf>.

Отримано редколегією 25.09.2017

С.Я. Кравців, А.Н. Соболев

Кластерный анализ административно-территориальных единиц Украины по уровню интегрального пожарного риска

В данной работе проведено группировка административно-территориальных единиц Украины по уровню интегрального пожарного риска с помощью кластерного анализа двумя методами, а именно, объединения (древовидная кластеризация) и кластеризации методом k-средних с целью определения областей, для которых должны быть применены соответствующие типы моделей управления интегральным риском.

Ключевые слова: кластерный анализ, интегральный пожарный риск, степень сходства, дендограмма.

S.Ya. Kravtsiv, O.M. Sobol

Cluster analysis of administrative-territorial areas of Ukraine on the level of integral fire risk

In this paper, the grouping of the administrative-territorial units of Ukraine in the level of integral fire risk by means of cluster analysis by two methods, namely, association (tree-like clustering) and k-medium clustering with the purpose of identifying the areas for which the appropriate types Integral risk management models.

Key words: cluster analysis, integral fire risk, degree of similarity, dendrogram.

УДК 351.861; 504.064

*М.В. Кустов, к.т.н., доцент, НУЦЗУ,
В.Д. Калугін, д.х.н., професор, НУЦЗУ,
В.В. Тютюник, д.т.н., с.н.с., НУЦЗУ*

**УЗАГАЛЬНЕНА ПРОЦЕДУРА ШТУЧНОГО ІНІЦІУВАННЯ
ОПАДІВ НАД ЗОНОЮ УРАЖЕННЯ ВІД
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

(представлено д.т.н. Комяк В.М.)

Розроблено узагальнену процедуру мінімізації наслідків негативного впливу на атмосферу від надзвичайних ситуацій (НС) техногенного та природного характеру, яка включає алгоритми підсистем підтримки прийняття рішення та виконання управлінського рішення в рамках загальної системи. Основою підсистеми підтримки прийняття рішення є прогнозування динаміки зон хімічного або радіаційного забруднення, прогнозування інтенсивності опадів при різних способах штучного опадоутворення та прогнозування ефективності впливу опадів на динаміку зміни зон забруднення.

Ключові слова: система впливу на НС, алгоритм дій, прогнозування наслідків, прийняття рішення, формалізація завдань, активний вплив на НС.

Постановка проблеми. Основною характеристикою більшості масштабних природних та техногенних НС є значні розміри зони ураження. Це насамперед пов'язане з розповсюдженням продуктів горіння, небезпечних хімічних та радіоактивних речовин повітряними потоками. На сьогодні єдиним шляхом мінімізації негативних наслідків НС, на якому сконцентровані зусилля рятувальних підрозділів, є локалізації джерела викиду небезпечних речовин, що не дає змогу вплинути на вже сформовану в атмосфері зону ураження. Вплинути на зону забруднення атмосфери дозволяють методи штучного ініціювання опадів над зоною НС. У зв'язку із цим важливою проблемою є розробка системи мінімізації негативних наслідків для атмосфери від НС різного характеру.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За рахунок великих масштабів процес мінімізації негативних наслідків для атмосфери від НС здійснюється лише природним шляхом – гравітаційне осадження, зниження концентрації за рахунок вітрових потоків та осадження забруднень атмосферними опадами. Єдиними з цих механізмів, на який можна впливати штучно, є збільшення інтенсивності опадів. На сьогодні активно розробляються нові ефективні методи та способи штучного ініціювання опадів [1 – 3]. Однак процес ліквідації НС регіонального та державного рівнів потребує залучення значних сил та засобів та врахування великої кількості факторів. Тому для реалізації вимог цивільної безпеки для таких випадків необхідна розробка системи забезпечення цивільного

7. Попов В.М. Модель адаптивной системы техногенной безопасности региона / В.М. Попов, И.А. Чуб, М.В. Новожилова // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2013. – вип. 2. – С. 120-123.

8. Чуб І.А. Модель задачі мінімізації рівня вибухонебезпеки об'єктів з вибухами хмар газоповітряних сумішей / І.А. Чуб, В.В. Матухно // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2016. – Вип. 24. – С.137-142. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol24/chub.pdf>.

9. Чуб І.А. Метод мінімізації рівня вибухонебезпеки технологічного блоку газопереробного підприємства / І.А. Чуб, В.В. Матухно // Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку: 19 Всеукр. наук.-практ. конф. рятувальників, 10-13 жовтня 2017, Київ: матеріали. – Київ: ІДУЦЗ. – С. 430-433.

10. Чуб І.А. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації з вибухом хмари газоповітряної суміші / І.А. Чуб, В.В. Матухно // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2016. – Вип. 23. – С.186-191. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol23/Chub.pdf>.

11. Чуб І.А. Построение системы геометрических ограничений в задачах оптимизации размещения пожаровзрывоопасных объектов / И.А. Чуб // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – 2007. – Вип 16. – С. 125–132.

12. Методика оценки последствий химических аварий. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2005. – 57 с.

13. Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2012. – 46 с.

14. РД 03-409-01. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2014. – 38 с.

15. Бейко И.В. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации / И.В. Бейко, Б.Н. Бублик, П.Н. Зинько. – К.: Вища школа, 1983. – 512 с.

Отримано редколегією 16.10.2017

И.А. Чуб, В.В. Матухно

Метод минимизации уровня взрывоопасности технологического блока путем рационального размещения оборудования

Приведена схема численного метода приближенного решения задачи минимизации уровня взрывоопасности объекта нефтеперерабатывающего предприятия, на котором возможно возникновение чрезвычайной ситуации со взрывом облака газовой смеси.

Ключевые слова: взрыв, облако газовой смеси, минимизация уровня взрывоопасности.

I.A. Chub, V.V. Matukhno

The method of minimizing the level of explosion of a technological unit by rational arrangement of equipment

The scheme of a numerical method for approximate solution of the problem of minimization of the explosive hazard level of an oil refinery facility, on which an emergency situation can arise with the explosion of a gas-air mixture cloud, is given.

Keywords: explosion, a cloud of gas-air mixture, minimal level of explosion.

ЗМІСТ

<i>Абрамов Ю.А., Кривцова В.И.</i> К определению технического состояния газогенератора системы хранения и подачи водорода.....	3
<i>Андронов В.А., Галица В.И., Литвяк А.Н., Деревянко А.А.</i> Автоматизированная система контроля функционального состояния спасателя.....	11
<i>Борисова Л.В., Карпезь К.М.</i> Обґрунтування періодичності і об'єму налаштування засобів зв'язку на місці ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.....	17
<i>Бородич П.Ю., Пономаренко Р.В., Тишаков В.П., Ковалев П.А.</i> Экспериментальное исследование изолирующих свойств гелеобразного слоя по отношению к парам органических токсичных жидкостей.....	24
<i>Бородич П.Ю., Лісняк А.А., Агайшов С.С.</i> Імітаційне моделювання оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності за допомогою пневмоінструмента.....	29
<i>Говаленков С.С.</i> Анализ моделей и методов прогнозирования чрезвычайной ситуации на примере распространения облака опасного химического вещества в атмосфере.....	35
<i>Дадашов И.Ф., Киреев А.А., Шаршанов А.Я., Ковалёв А.А., Савченко А.В.</i> Экспериментальное исследование влияния характеристик гелеобразного слоя на его изолирующие свойства по отношению к парам токсичных и горючих жидкостей.....	43
<i>Загора А.В., Феценко А.Б.</i> Вибір каналу передачі даних підсистеми збору та відображення інформації системи моніторингу рухомих об'єктів району надзвичайної ситуації.....	49
<i>Калиновський А.Я., Коваленко Р.І., Березовський О.І.</i> Розробка організаційної системи проведення технічного обслуговування аварійно-рятувальних комплексів контейнерного типу на прикладі ДПРЧ міста Харкова.....	56
<i>Klyuchka Y.P., Afanasenko K.A., Tsibulya A.S.</i> Pilotless vehicle application possibility in terrorist aims on seveso type objects estimation.....	63
<i>Kovalev P.A., Maksimov A.V., Strelets V.M.</i> Analysis execution emergency-rescue work firefighters in special protective masks on a height.....	69
<i>Кравців С.Я., Соболев О.М.</i> Групування адміністративно-територіальних одиниць України по рівню інтегрального пожежного ризику за допомогою кластерного аналізу.....	79
<i>Кустов М.В., Калугін В.Д., Тютюник В.В.</i> Узагальнена процедура штучного ініціювання опадів над зоною ураження від надзвичайних ситуацій.....	87
<i>Маларов М.В., Христин В.В., Петренко Д.М.</i> Різницеви алгоритми обробки зображень з використанням математичного пакету MATHCAD.....	97