

УДК 311.4

Р.С. Малезик

Управління Державної служби з надзвичайних ситуацій у Кіровоградській області

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВИНИКНЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ТЕРИТОРІЇ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В статті представлено описання та моделювання реалізації загроз природного та техногенного характеру, розглядаючи виникнення та ліквідацію надзвичайних ситуацій, як випадковий процес.

**Ключові слова:** модель, надзвичайна ситуація, розподіл, ліквідація, реагування.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Необхідною умовою визначення оптимального складу сил та засобів на території регіонів, призначених для забезпечення відповідного рівня цивільного захисту, є знання про процес виникнення та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на території. Отже дослідження направлені на аналіз цього процесу є безумовно актуальними, у розрізі завдань, поставлених в [1] перед силами цивільного захисту.

**Аналіз літератури.** В [2 – 6] розглянуто підходи щодо аналізу оперативної обстановки на території регіонів. В [7] наведено модель процесу виникнення та ліквідації надзвичайних ситуацій. Питання визначення характеру процесу виникнення та ліквідації надзвичайних ситуацій на території Кіровоградської області не розглядалися.

**Метою статті** є аналіз процесу виникнення та ліквідації надзвичайних ситуацій на території Кіровоградської області.

### Виклад основного матеріалу

На території Кіровоградської області за період з 2006 по 2013 рік зареєстровано 42 надзвичайних ситуацій різного характеру, з них: техногенного характеру – 15, природного – 23, іншого характеру – 4. На рис. 1 представлено відносний розподіл НС за характером.

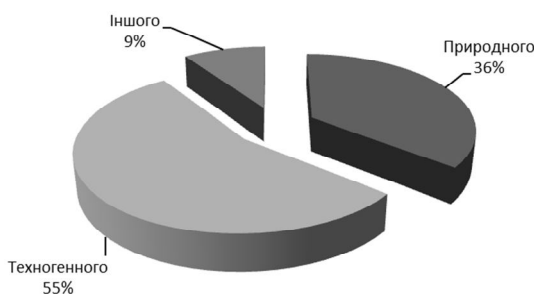


Рис. 1. Відносний розподіл НС за характером

В табл. 1 наведено данні щодо виникнення надзвичайних ситуацій на території Кіровоградської області на інтервалі часу один місяць за період часу з 2006 по 2012 рік.

Таблиця 1

Часовий ряд виникнення надзвичайних ситуацій на території Кіровоградської області

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Січень	3	0	0	2	0	2	0
Лютий	0	1	0	1	0	0	0
Березень	3	0	0	0	0	0	0
Квітень	2	0	0	0	0	0	0
Травень	0	0	0	0	0	0	1
Червень	2	2	1	1	1	0	1
Липень	0	1	0	2	0	1	1
Серпень	0	0	2	2	0	1	0
Вересень	2	0	0	2	0	0	0
Жовтень	0	1	1	0	1	0	0
Листопад	3	1	0	0	0	1	0
Грудень	0	1	1	1	2	0	1

Виникнення надзвичайних ситуацій обумовлено великою кількістю чинників, які мають стохастичну природу, що, в свою чергу, обумовлює розглядати виникнення надзвичайних ситуацій, як випадкову величину. Однією з головних характеристик випадкової величини є її закон розподілу з відповідними параметрами.

Застосування статистичних методів аналізу щодо розподілу випадкової величини «Кількість надзвичайних ситуацій на інтервалі часу» дозволило встановити факт, що випадкова величина «Кількість надзвичайних ситуацій на інтервалі часу» на території Кіровоградської області добре погоджується з законом Пуассона. На рис. 2 представлено результати проведеного аналізу.

Час ліквідації надзвичайних ситуацій також треба розглядати як випадкову величину. В табл. 2 представлено результати аналізу розподілу часу ліквідації НС на території Кіровоградської області.

За критерієм Пірсона та рівнем значимості, для Кіровоградської області будемо вважати, що гіпотеза про розподіл часу ліквідації НС за показовим законом вірна і розподіл має параметр  $\mu=0,19685039$ .

Так як виникнення надзвичайних ситуацій розподілено за законом Пуассона а час ліквідації за показовим законом розподілу згідно підходу викладеному в [5], розглядаючи процес виникнення та ліквідації надзвичайних ситуацій на території Кіровоградської області, як випадковий Марківський процес було обчислено ймовірності знаходження сил

цивільного захисту області у відповідному стані ліквідації надзвичайних ситуацій.

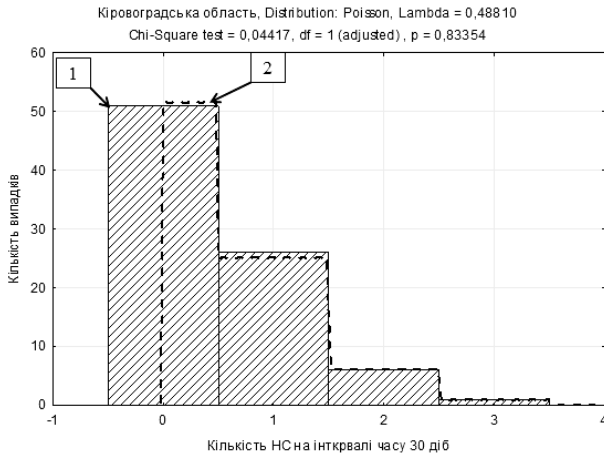


Рис. 2. Емпіричний та теоретичний розподіли виникнення НС на території Кіровоградської області:  
1 – емпіричний розподіл НС;  
2 – розподіл за законом Пуассона

Таблиця 2

Результати аналізу розподілу часу ліквідації НС на території Кіровоградської області

Кількість НС	Емпіричний розподіл	Розподіл за показовим законом
1	2	3
0-5	34	31,3140662
5-10	7	11,7026514
10-15	4	4,37349937
15-20	2	1,63445839
20-25	1	0,610827626
25-30	1	0,228277691
30-35	0	0,0853116366
35-40	0	0,0318825518
40-45	1	0,0119151051
$\mu$	0,19685039	
$\chi^2$	2,70253	
P-рівень значимості критерію		0,10019

В табл. 3 представлено результати аналізу ймовірностей знаходження сил цивільного захисту області в процесі ліквідації НС

Таблиця 3

Аналіз ймовірностей знаходження сил цивільного захисту області в процесі ліквідації НС

Математичне сподівання участі сил у ліквідації НС	Постійна часу переходного процесу зміни ймовірностей	Ймовірності знаходження сил в процесі одночасної ліквідації n НС				
		n=0	n=1	n=2	n=3	n=4
M[NS]	$\tau$					
0,082651602	10,6431018	0.9206718520	0.07609500306	0.003144686938	0.0000866378039	0.000001790188

Аналіз ймовірностей одночасної ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) на території області вказує, що одночасна ліквідація трьох НС малоімовірна і подальший розгляд процесу можна обмежити

трьома станами, рівняння переходного процесу зміни ймовірностей станів знаходження сил цивільного захисту регіону в процесі ліквідації НС мають такий вигляд:

$$p_0(t) = 0.8633005932 + 1.051408793 \cdot 10^{-26} \cdot (3.284098709 \cdot 10^{25} \cdot B + 8.793669204 \cdot 10^{25} \cdot A + 4.678442005 \cdot 10^{25} \cdot C - 8.052020387 \cdot 10^{25}) \cdot e^{-0.1929101697t} - 3.133574811 \cdot 10^{-27} \cdot (9.243134793 \cdot 10^{25} \cdot B + 8.793669204 \cdot 10^{25} \cdot A + 4.678442005 \cdot 10^{25} \cdot C - 8.808302579 \cdot 10^{25}) \cdot e^{-0.09395757166t} \cdot \cos(0.2000217501t) - 5.42751079 \cdot 10^{-27} \times (3.98253005 \cdot 10^{24} \cdot B + 2.470940715 \cdot 10^{25} \cdot C + 2.094716221 \cdot 10^{25} - 2.511652054 \cdot 10^{25} \cdot A) \cdot e^{-0.09395757166t} \times \sin(0.2000217501t) + 8.067980775 \cdot 10^{-27} \cdot (9.243134793 \cdot 10^{25} \cdot B + 8.793669204 \cdot 10^{25} \cdot A + 4.678442005 \cdot 10^{25} \cdot C - 8.808302579 \cdot 10^{25}) \cdot e^{-0.09395757166t} \cdot \sin(0.2000217501t) - 1.397415261 \cdot 10^{-26} \cdot (3.98253005 \cdot 10^{24} \cdot B + 2.470940715 \cdot 10^{25} \cdot C + 2.094716221 \cdot 10^{25} - 2.511652054 \cdot 10^{25} \cdot A) \cdot e^{-0.09395757166t} \cdot \cos(0.2000217501t);$$

$$p_1(t) = 0.1269135126 + 1.678123755 \cdot 10^{-26} \cdot (9.243134793 \cdot 10^{25} \cdot B + 8.793669204 \cdot 10^{25} \cdot A + 4.678442005 \cdot 10^{25} \cdot C - 8.808302579 \cdot 10^{25}) \cdot e^{-0.09395757164t} \cdot \cos(0.2000217501 \cdot t) + 2.906595607 \cdot 10^{-26} \cdot (3.98253005 \cdot 10^{24} \cdot B + 2.470940715 \cdot 10^{25} \cdot C + 2.094716221 \cdot 10^{25} - 2.511652054 \cdot 10^{25} \cdot A) \cdot e^{-0.09395757164t} \cdot \sin(0.2000217501 \cdot t) - 1.678123755 \cdot 10^{-26} \cdot (3.284098709 \cdot 10^{25} \cdot B + 8.793669204 \cdot 10^{25} \cdot A + 4.678442005 \cdot 10^{25} \cdot C - 8.052020387 \cdot 10^{25}) \cdot e^{-0.1929101697t};$$

$$p_2(t) = 0.009328755139 + 1.339202866 \cdot 10^{-26} \cdot (3.284098709 \cdot 10^{25} \cdot B + 8.793669204 \cdot 10^{25} \cdot A + 4.678442005 \cdot 10^{25} \cdot C - 8.052020387 \cdot 10^{25}) \cdot e^{-0.1929101697t} - 5.889913832 \cdot 10^{-27} \cdot (9.243134793 \cdot 10^{25} \cdot B + 8.793669204 \cdot 10^{25} \cdot A + 4.678442005 \cdot 10^{25} \cdot C - 8.808302579 \cdot 10^{25}) \cdot e^{-0.09395757166t} \cdot \cos(0.2000217501 \cdot t) - 1.020163002 \cdot 10^{-26} \times (3.98253005 \cdot 10^{24} \cdot B + 2.470940715 \cdot 10^{25} \cdot C + 2.094716221 \cdot 10^{25} - 2.511652054 \cdot 10^{25} \cdot A) \cdot e^{-0.09395757166t} \times \sin(0.2000217501 \cdot t) - 1.516469670 \cdot 10^{-26} \cdot (9.243134793 \cdot 10^{25} \cdot B + 8.793669204 \cdot 10^{25} \cdot A + 4.678442005 \cdot 10^{25} \cdot C - 8.808302579 \cdot 10^{25}) \cdot e^{-0.09395757166t} \cdot \sin(0.2000217501 \cdot t) + 2.626602515 \cdot 10^{-26} \cdot (3.98253005 \cdot 10^{24} \cdot B + 2.470940715 \cdot 10^{25} \cdot C + 2.094716221 \cdot 10^{25} - 2.511652054 \cdot 10^{25} \cdot A) \cdot e^{-0.09395757166t} \cdot \cos(0.2000217501 \cdot t);$$

де А, В, С – початкові умови у  $t=0$  ймовірностей  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  відповідно.

За масштабністю наслідків надзвичайні ситуації розподілено наступним чином: регіонального рівня – 5, місцевого – 21, об'єктового рівня – 16.

На рис. 3 представлено відносний розподіл НС за рівнем.

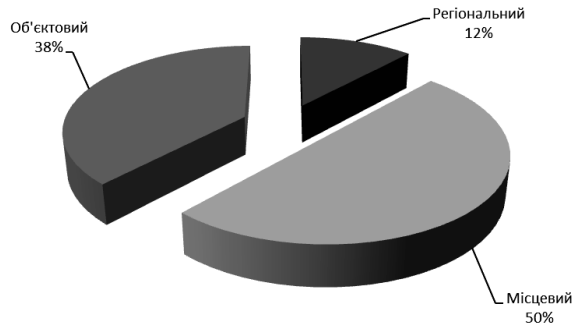


Рис. 3. Відносний розподіл НС за рівнем

На території Кіровоградської області спостерігається локальне збільшення реалізації загроз природного характеру з липня по жовтень, яке обумовлено погодними умовами. Характер реалізації загроз техногенного характеру, на території області, не має чітких тенденцій до сезонного збільшення їх інтенсивності.

Найбільш поширеними причинами виникнення НС на території області є пожежі та вибухи, отруєння, інфекційні хвороби та погодні умови (рис. 4)



Рис. 4. Розподіл НС на території Кіровоградської області за причинами

## Висновки

Результати проведеного аналізу виникнення та ліквідації НС дозволять обґрунтовано застосувати функції регулювання та координації в рамках визначення оптимального якісного та кількісного складу сил цивільного захисту на території Кіровоградської області.

## Список літератури

1. Кодекс цивільного захисту. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
2. Rogozin A.S. Розподіл регіонів України за рівнем реалізації загроз природного, техногенного та соціально-політичного характеру / А.С. Rogozin, В.С. Хоменко, Ю.М. Райз // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2012. – Вип. 16. – С. 95-106.
3. Rogozin A.S. Формалізація реалізації загроз природного та техногенного характеру в регіонах з високим рівнем техногенного навантаження / А.С. Rogozin, В.С. Хоменко, Ю.М. Райз // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2013. – Вип. 17. – С. 138-145.
4. Rogozin A.S. Аналіз реалізації загроз природного та техногенного характеру на території Донецької області / А.С. Rogozin // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 2 (35) – С. 206-208.
5. Rogozin A.S. Формалізація залучення сил цивільного захисту для ліквідації надзвичайних ситуацій на території України / А.С. Rogozin, С.О. Скляр // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 1 (117). – С. 241-243.
6. Rogozin A.S. Аналіз ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру на території Київської, Харківської, Луганської, Одеської областей / А.С. Rogozin // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 3 (40). – С. 190-192.
7. Rogozin A.S. Аналіз процесу ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій силами цивільного захисту регіонів з високим рівнем техногенного навантаження / А.С. Rogozin // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 4(120). – С. 212-214.

Надійшла до редколегії 1.06.2016

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

## АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Р.С. Малежик

В статье представлено описание и моделирование реализации угроз природного и техногенного характера, рассматривая возникновение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций, как случайный процесс.

**Ключевые слова:** модель, чрезвычайная ситуация, распределение, ликвидация, реагирование.

## ANALYSIS OF THE OCCURRENCE AND ELIMINATION OF EMERGENCY SITUATIONS ON THE TERRITORY OF KIROVOGRAD REGION

R.S. Malezhik

The article describes the modeling and realization threats of natural and technogenic character, considering the appearance and elimination of emergency situations, as a random process.

**Keywords:** model, emergency, distribution, elimination, response.