

*Андронов В.А., д-р техн. наук, проректор, НУЦЗУ,
Бабков Ю.П., канд. техн. наук, пров. наук. співр., НУЦЗУ,
Тютюник В.В., канд. техн. наук, ст. наук. співр., НУЦЗУ,
Шевченко Р.І., канд. техн. наук, нач. лаб., НУЦЗУ*

КОМПЛЕКСНІ ПОКАЗНИКИ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ УКРАЇНИ

(представлено д-ром хім. наук Калугіним В.Д.)

На підставі аналізу статистичних даних розроблені комплексні показники для кількісного оцінювання стану техногенно-природної небезпеки регіонів України. Представлені результати їх розподілу за комплексними показниками.

Ключові слова: інтенсивність надзвичайних ситуацій, співвідношення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, комплексний показник

Постановка проблеми. Захист населення і території від надзвичайних ситуацій (НС) техногенного та природного характеру є одним з основних завдань системи цивільного захисту України. Забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях потребує надійного функціонування системи реагування на НС природного та техногенного характеру, адекватної рівням і характеру загроз. Визначна роль в системі реагування належить силам цивільного захисту МНС, які розподілені на території України в межах адміністративно-територіальних одиниць (областей, районів, міст, тощо). Кожній адміністративній одиниці властиві свої рівні техногенно-природного навантаження (ризик), що в свою чергу суттєво впливає на склад сил і засобів МНС, які потрібні для адекватного реагування на НС природного та техногенного характеру. Урахування особливостей регіонів потребує розробки наукових підходів щодо кількісного оцінювання стану техногенно-природної небезпеки та відповідного розподілу адміністративно-територіальних одиниць (АТО) за рівнями показників та їх порівняльного аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз наукової літератури показав, що існують окремі підходи щодо кількісної оцінки рівня техногенно-природної небезпеки [1].

Так в [2] розроблені показники оцінки стану небезпеки населення регіонів України і зроблена спроба їх розподілу у відповідності трьом рівням небезпек. Однак дані показники розглядалися окремо для НС техногенного характеру і окремо для НС природного характеру.

У роботі [3] розглянуто методику побудови і використання інтегральних показників оцінки та аналізу рівня безпеки життєдіяльності регіонів України базового поділу, що розкривають причинно-наслідкові зв'язки управління людськими, матеріальними, інформаційними ресурсами та управлінськими діями, для забезпечення досягнення цілей проекту регіонального розвитку. Результатом роботи є розподіл АТО за чотирма рівнями небезпеки: умовно добрий; задовільний; незадовільний та маргінальний. Однак даний розподіл призначений для паспортизації регіонів без врахування інтенсивності виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.

Використаний в [4–8] ризико-орієнтований підхід поряд з оцінкою рівня загроз потребує визначення збитків від наслідків надзвичайних ситуацій. Він застосовується, насамперед, для наукового обґрунтування прийнятного рівня безпеки життєдіяльності, функціонально-просторових природно-господарських зон, прийняття рішень щодо розміщення нових потенційно небезпечних промислових об'єктів і розширення діючих.

Аналіз відомих робіт [1–8] з даної проблематики показав, що розроблені показники безпосередньо не впливають на кількісний склад елементів оперативного реагування системи безпеки та їх функціональне призначення. Крім того, не розроблені критерії кількісного оцінювання відповідності структури МНС характеру і рівню загроз виникнення НС.

Постановка завдання та його вирішення. Механізм формування та удосконалення структури МНС може бути представлений в наступному вигляді – рис. 1.

Як видно, основою механізму розробки напрямків удосконалення організаційних структур є процес оцінювання рівня загроз виникнення НС та оцінка відповідних можливостей територіальних структур МНС з урахуванням факторів, що впливають на виконання завдань цивільного захисту.

Основні фактори, що впливають на виконання завдань цивільного захисту, можливо умовно розділити на дві групи, які, відповідно, характеризують стан небезпеки і-ої адміністративно-

територіальної одиниці (АТО) та можливості системи безпеки *i*-ої АТО (див. табл. 1).

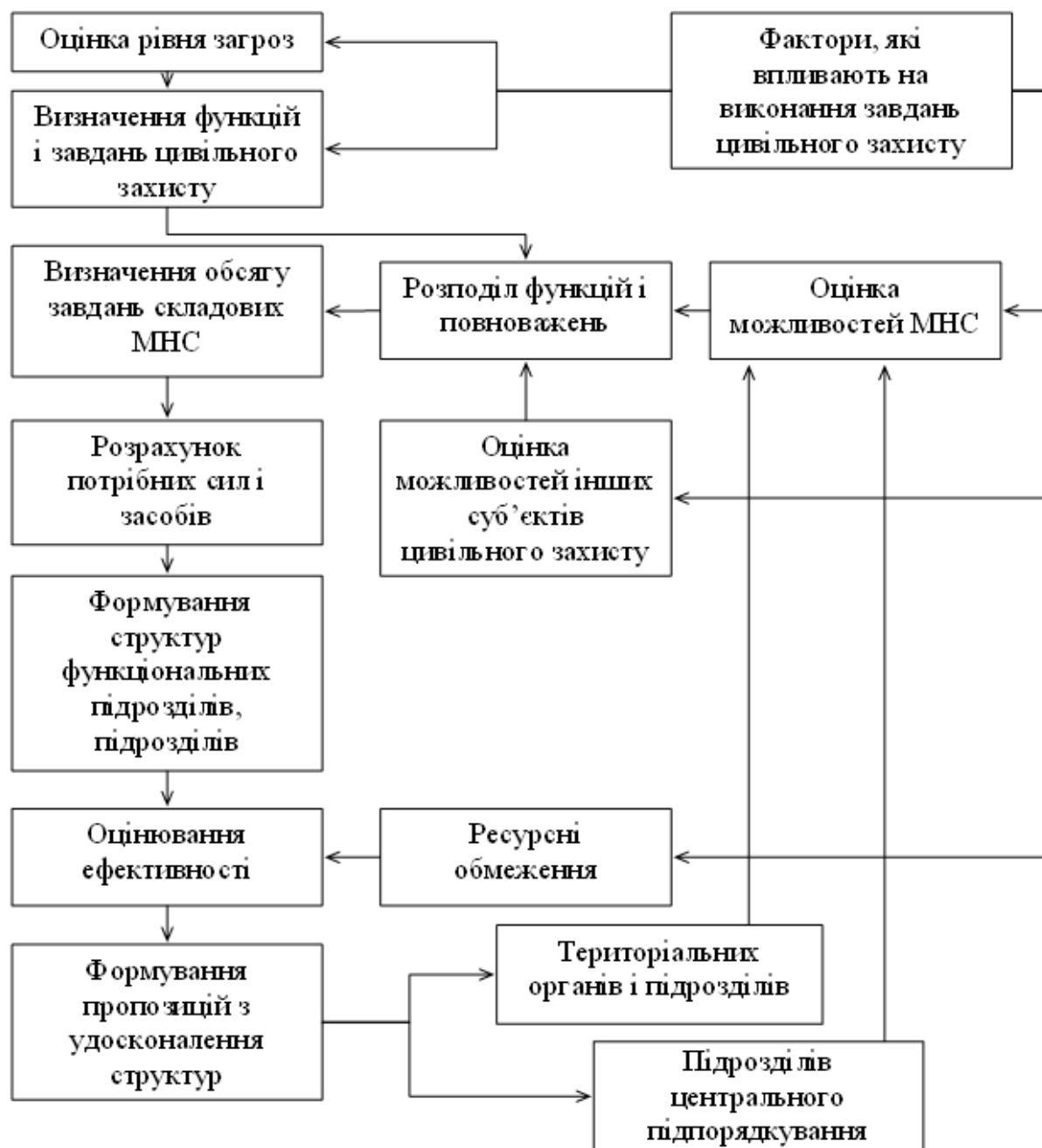


Рис. 1 – Механізм удосконалення організаційної структури МНС

Таблиця 1 – Основні фактори, що впливають на виконання завдань цивільного захисту

Фактори, які характеризують стан небезпеки в АТО	Фактори, які характеризують можливості системи безпеки АТО
Стан соціально-економічного розвитку регіону	
Площа території	Наявність елементів функціональних і територіальних систем (підсистем) ЦЗ
Характер місцевості (гірська, рівнинна, прибережна тощо).	Кількість і склад підрозділів цивільного захисту МНС
Можливі природні явища	Наявність спеціальної техніки та обладнання
Чисельність населення	Ресурсні можливості місцевої влади
Кількість та властивості потенційно-небезпечних об'єктів	Мобілізаційні можливості регіону
Будівлі підвищеної поверховості	Стан захисних споруд
Стан техногенної безпеки об'єктів життєзабезпечення населення	інше
Міжнародні транспортні коридори, газопроводи, енергосистеми тощо.	
Рівень загроз техногенного, природного, воєнного та соціально-політичного характеру.	
інше	

В якості показника щодо кількісного оцінювання рівня загроз виникнення НС доцільно вибрати коефіцієнт відносної інтенсивності виникнення НС в i -й АТО.

Таким чином, метою роботи є формування комплексних показників, що характеризують стан небезпеки (техногенно-природного навантаження) АТО та їх розподілу за рівнями небезпеки (зонами інтенсивності НС).

Вхідну емпіричну основу досліджень складають статистичні дані, представлені у Національній доповіді „Про стан техногенної та природної безпеки в Україні” за 2002 – 2009 роки [9 – 16],

щодо кількості надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру по регіонах України.

За статистичними даними проведено оцінювання математичного очікування середньорічної кількості НС природного ($M(N_{\Pi})$) та техногенного ($M(N_T)$) характеру за АТО та в середньому по Україні ($M^{Ukr.}(N_{\Pi}); M^{Ukr.}(N_T)$), а також відповідні середньо квадратичні відхилення ($\sigma_{\Pi}; \sigma_T$). Результати розрахунків представлено на рис. 2.

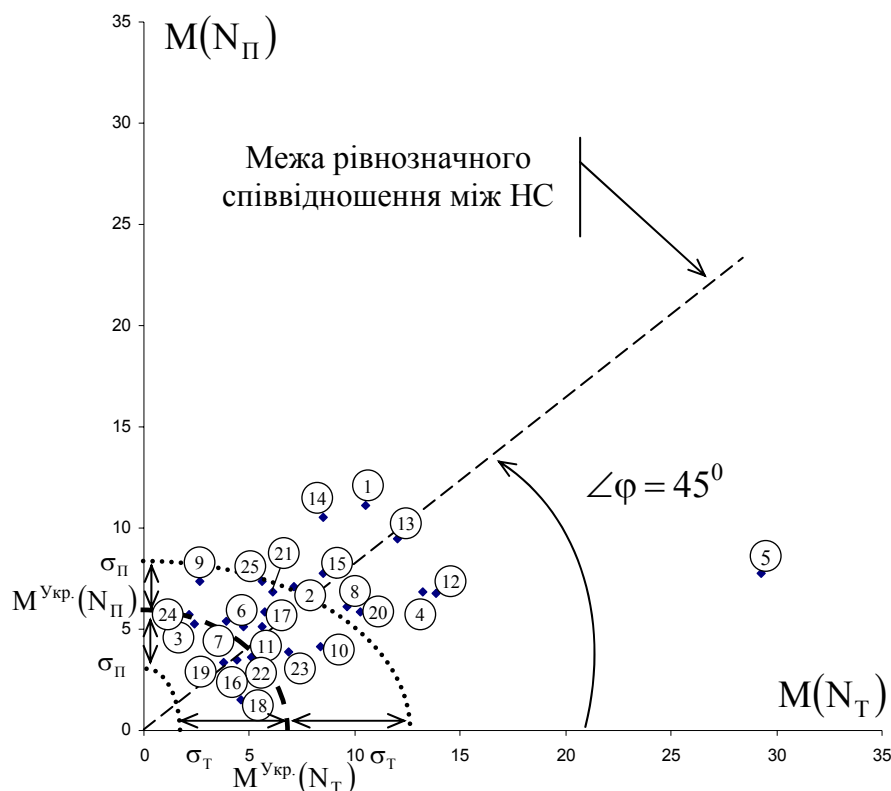


Рис. 2 – Розподіл областей України за середнім показником кількості надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру за статистичними даними 2002 – 2009 років (нумерація областей наведена у алфавітному порядку)

Однак, таке представлення результатів не дає можливості розподілити АТО за рівнями в області „техногенні-природні НС” і сформулювати критерії значень рівнів показників. Тому в якості комплексного показника був обраний вектор середньої інтенсивності суми надзвичайних ситуацій техногенного і природного ха-

рактів $\vec{Z}_i$ (рис. 3). Довжина останнього $|\vec{Z}_i|$ характеризує інтенсивність НС техногенного і природного характеру в i -й АТО. Кут нахилу вектору $\varphi_i = \arctg(M(N_{Pi})/M(N_{Ti}))$ характеризує співвідношення між середньою кількістю НС природного та техногенного характеру в i -й АТО.

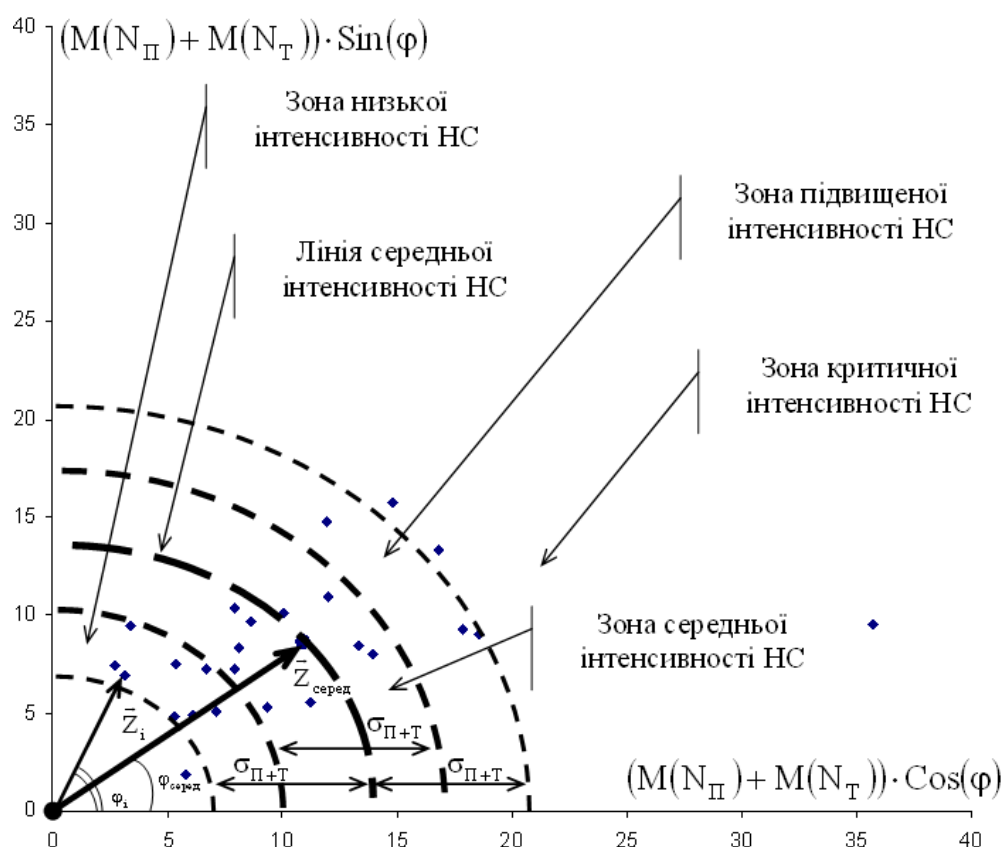


Рис. 3 – Розподіл областей України за показником $\vec{Z}_i$

Узагальненим комплексним показником, що характеризує стан техногенно-природної небезпеки в Україні доцільно визначити вектор математичного очікування середньої інтенсивності виникнення НС $\vec{Z}_{серед.}$ на одну АТО, де $|\vec{Z}_{серед.}| = M(N_{Pi_{серед.}}) + M(N_{Ti_{серед.}})$, $\varphi_{серед.} = \arctg(M(N_{Pi_{серед.}})/M(N_{Ti_{серед.}}))$ – рис. 3. Оцінювання середнього квадратичного відхилення (σ_{P+T}) значень інтенсивності $|\vec{Z}_{серед.}|$ дозволив сформулювати критерії визначення меж зон інтенсивності.

Зона низької інтенсивності НС: $|\vec{Z}_{\text{серед.}}| - \sigma_{\Pi+T} < |\vec{Z}_i| < |\vec{Z}_{\text{серед.}}| - \frac{\sigma_{\Pi+T}}{2}$; зона середньої інтенсивності НС: $|\vec{Z}_{\text{серед.}}| - \frac{\sigma_{\Pi+T}}{2} < |\vec{Z}_i| < |\vec{Z}_{\text{серед.}}| + \frac{\sigma_{\Pi+T}}{2}$; зона підвищеної інтенсивності НС: $|\vec{Z}_{\text{серед.}}| + \frac{\sigma_{\Pi+T}}{2} < |\vec{Z}_i| < |\vec{Z}_{\text{серед.}}| + \sigma_{\Pi+T}$; зона критичної інтенсивності НС: $|\vec{Z}_i| > |\vec{Z}_{\text{серед.}}| + \sigma_{\Pi+T}$.

Нормування $|\vec{Z}_i|$ і меж зон інтенсивності на $|\vec{Z}_{\text{серед.}}|$ дозволяє ввести коефіцієнт інтенсивності НС АТО (k_{Z_i}), який відповідно має наступну градацію: $1 - \frac{\sigma_{\Pi+T}}{|\vec{Z}_{\text{серед.}}|} \leq k_{Z_i} < 1 - \frac{\sigma_{\Pi+T}}{2 \cdot |\vec{Z}_{\text{серед.}}|}$;

$$1 - \frac{\sigma_{\Pi+T}}{2 \cdot |\vec{Z}_{\text{серед.}}|} \leq k_{Z_i} \leq 1 + \frac{\sigma_{\Pi+T}}{2 \cdot |\vec{Z}_{\text{серед.}}|}; \quad 1 + \frac{\sigma_{\Pi+T}}{2 \cdot |\vec{Z}_{\text{серед.}}|} < k_{Z_i} \leq 1 + \frac{\sigma_{\Pi+T}}{|\vec{Z}_{\text{серед.}}|};$$

$$k_{Z_i} > 1 + \frac{\sigma_{\Pi+T}}{|\vec{Z}_{\text{серед.}}|}.$$

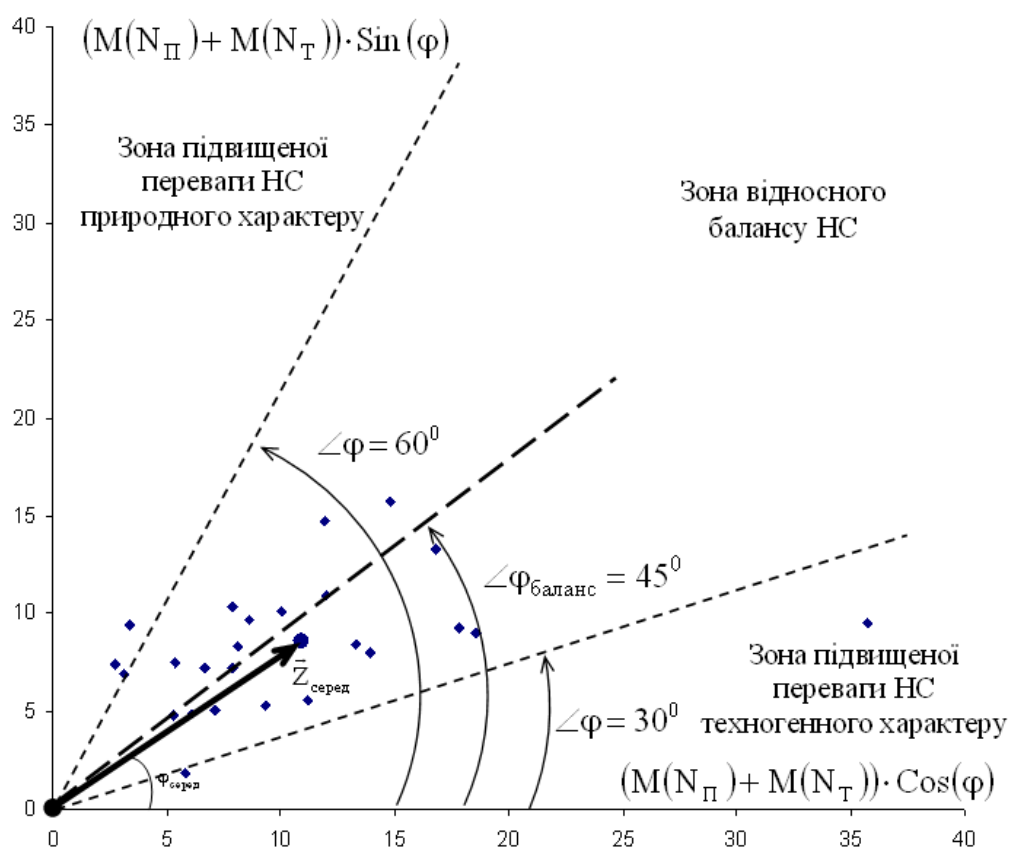


Рис. 4 – Розподіл областей України за показником φ_i

Комплексні показники оцінювання стану природно-техногенної небезпеки адміністративно-територіальних одиниць України

Позонний розподіл АТО за показником φ_i представлено на рис. 4. Область можливих значень $0 < \varphi_i < 90^\circ$ розділена на три рівнозначні зони, які характеризуються співвідношенням НС природного та техногенного характеру. Коефіцієнт відносної переваги має вигляд $k_{\varphi_i} = \frac{\varphi_i}{\varphi_{\text{баланс}}}$.

Результати зонального розподілу АТО в Україні за коефіцієнтами інтенсивності НС та відносної переваги представлено в таблиці 2.

Відносними показниками, що характеризують можливості територіальних структур МНС, можуть бути запропоновані наступні:

- коефіцієнт відносної чисельності територіальних структур МНС: $k_{\text{чисельність}_i}^{\text{МНС}} = S_i^{\text{МНС}} / S_{\text{типов.}}^{\text{МНС}}$, де $S_i^{\text{МНС}}$ – чисельність сертифікованих сил МНС в i -й АТО, $S_{\text{типов.}}^{\text{МНС}}$ – чисельність типової територіальної структури МНС;

- коефіцієнт відносних середньорічних витрат на територіальну структуру МНС: $k_{\text{витрат}_i}^{\text{МНС}} = V_i^{\text{МНС}} / V_{\text{типов.}}^{\text{МНС}}$, де $V_i^{\text{МНС}}$ – розмір середньорічних витрат на територіальну структуру МНС в i -й АТО; $V_{\text{типов.}}^{\text{МНС}}$ – розмір середньорічних витрат на типову територіальну структуру МНС.

Під типовою структурою МНС можливо розглядати структуру МНС АТО (АРЗ спеціального призначення АТО) організаційно-штатна структура яких розрахована на типову (середньостатистичну по Україні) інтенсивність виникнення НС (пожеж, ДТП тощо) та виконання типових функцій, визначених нормативно-правовими документами з питань цивільного захисту.

Відповідність територіальних структур МНС рівням загроз можна охарактеризувати комплексними відносними показниками:

$$J_i^{\text{чисельність}} = \frac{k_i^{\text{НС}}}{k_{\text{чисельність}_i}^{\text{МНС}}} - \text{коефіцієнт відносної відповідності сертифікованої чисельності структури МНС в } i\text{-й АТО};$$

$$J_i^{\text{витрат}} = \frac{k_i^{\text{НС}}}{k_{\text{витрат}_i}^{\text{МНС}}} - \text{коефіцієнт відносної відповідності витрат на}$$

структуру МНС в i -й АТО.

Таблиця 2 – Розподіл областей України за показниками k_{z_i} та k_{ϕ_i}

	Зона низької інтенсивності НС $0,51 \leq k_{z_i} < 0,75$	Зона середньої інтенсивності НС $0,75 \leq k_{z_i} \leq 1,24$	Зона підвищеної інтенсивності НС $1,24 \leq k_{z_i} < 1,48$	Зона критичної інтенсивності НС $k_{z_i} \geq 1,48$
Зона підвищеної переваги НС природного характеру $1,33 < k_{\phi_i} < 2$	Івано-Франківська обл. $k_{z_i} = 0,72$; $k_{\phi_i} = 1,57$			
	Чернівецька обл. $k_{z_i} = 0,57$; $k_{\phi_i} = 1,55$			
	Волинська обл. $k_{z_i} = 0,55$; $k_{\phi_i} = 1,46$			
Зона відносного балансу НС $0,67 \leq k_{\phi_i} \leq 1,33$	Закарпатська обл. $k_{z_i} = 0,66$; $k_{\phi_i} = 1,21$	Чернігівська обл. $k_{z_i} = 0,93$; $k_{\phi_i} = 1,17$	Миколаївська обл. $k_{z_i} = 1,36$; $k_{\phi_i} = 1,13$	АР Крим $k_{z_i} = 1,55$; $k_{\phi_i} = 1,22$
	Житомирська обл. $k_{z_i} = 0,71$; $k_{\phi_i} = 1,05$	Херсонська обл. $k_{z_i} = 0,93$; $k_{\phi_i} = 1,07$		
		Рівненська обл. $k_{z_i} = 0,83$; $k_{\phi_i} = 1,01$		
		Вінницька обл. $k_{z_i} = 1,02$; $k_{\phi_i} = 1,00$		
	Тернопільська обл. $k_{z_i} = 0,51$; $k_{\phi_i} = 0,93$	Одеська обл. $k_{z_i} = 1,17$; $k_{\phi_i} = 0,94$		
	Полтавська обл. $k_{z_i} = 0,57$; $k_{\phi_i} = 0,86$	Кіровоградська обл. $k_{z_i} = 0,77$; $k_{\phi_i} = 0,94$		Львівська обл. $k_{z_i} = 1,54$; $k_{\phi_i} = 0,85$
	Хмельницька обл. $k_{z_i} = 0,63$; $k_{\phi_i} = 0,78$	Запорізька обл. $k_{z_i} = 1,13$; $k_{\phi_i} = 0,72$		
Зона підвищеної переваги НС техногенного характеру $0 < k_{\phi_i} < 0,67$		Харківська обл. $k_{z_i} = 1,16$; $k_{\phi_i} = 0,66$		
		Черкаська обл. $k_{z_i} = 0,77$; $k_{\phi_i} = 0,65$	Дніпропетровська обл. $k_{z_i} = 1,44$; $k_{\phi_i} = 0,61$	
	Сумська обл. $k_{z_i} = 0,44$; $k_{\phi_i} = 0,4$	Київська обл. $k_{z_i} = 0,89$; $k_{\phi_i} = 0,58$	Луганська обл. $k_{z_i} = 1,48$; $k_{\phi_i} = 0,58$	Донецька обл. $k_{z_i} = 2,66$; $k_{\phi_i} = 0,33$

Для проведення аналізу відповідності структури МНС (витрат на структуру МНС) доцільно сформулювати наступні критерії оцінки:

Комплексні показники оцінювання стану природно-техногенної небезпеки адміністративно-територіальних одиниць України

$J_i = 1 \pm \delta_j$ – чисельність структури МНС (витрати на структуру МНС) відповідають рівню загроз;

$0 < J_i < 1 - \delta_j$ – чисельність (витрати) перевищують рівень, необхідний для адекватного реагування;

$J_i > 1 + \delta_j$ – чисельність (витрати) недостатні для адекватного реагування системи безпеки на рівень небезпеки.

При цьому, значення δ_j визначає зону прийнятної відповідності реагування системи безпеки на рівень небезпеки та визначається розрахунковим або командним методом. Показник δ_j може застосовуватись при формуванні критеріїв оптимізації територіальних структур МНС ($\delta_j \rightarrow \delta_{j_{\text{порог.}}}$ при відповідних обмеженнях).

Висновки.

1. Запропонований підхід дозволив сформувати комплексні показники $\bar{Z}_i$ та $\bar{Z}_{\text{серед.}}$, за якими можливо проводити розподіл АТО за зонами різної інтенсивності НС та зонами різного співвідношення НС техногенного та природного характеру.

2. Введення нормативних коефіцієнтів інтенсивності k_{z_i} та відносної переваги k_{ϕ_i} дозволяє провести порівняльне оцінювання окремих АТО та використовувати дані коефіцієнти при типізації, групуванні, районуванні АТО, а також при проведенні розрахунків щодо чисельності сил окремих підрозділів системи безпеки. У даному підході не враховуються масштаби НС, що є предметом подальших досліджень.

3. Розроблені показники та критерії дозволяють здійснювати порівняльний аналіз структур МНС АТО та розробляти напрямки їх удосконалення у відповідності до рівнів загроз виникнення НС.

4. Напрямки подальших досліджень спрямовані на врахування у даному підході наявності додаткових сил МНС (мобільних загонів, загонів та підрозділів функціонального призначення тощо), масштабу НС та рівня техногенно-природного навантаження.

5. Запропонований підхід може бути застосований при оцінюванні структур систем безпеки міст, районів, об'єктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биченок М.М. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні / М.М. Биченок, О.М. Трофимчук – К.: РНБОУ, 2002. – 153 с.

2. Інтегральна система безпеки регіонів України, як складових державної територіально-часової параметричної системи. Принцип комплексної оцінки небезпеки / Є.М. Грінченко, О.Ю. Кірючкін, В.В. Тютюник [та ін.] // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: УЦЗУ, 2008. – Вип. 7. – С. 58 – 71.
3. Оцінка стану життєдіяльності регіонів України: інтегральний підхід / Ю.П. Рак, О.Б. Зачко // Пожежна безпека. Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУБЖД, УкрНДІ МНС України, 2008. – № 13. – С. 86 – 90.
4. Концепція управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру (проект) [Електронний ресурс] – Режим доступу:
http://www.mns.gov.ua/content/education_kurns.html
5. Хенли Э.Дж. Надежность технических систем и оценка риска / Э.Дж. Хенли, Х. Кумамото – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
6. Теория и методы управления риском ЧС: проблемы и перспективы / А.А. Быков // ВИНТИ. Проблемы безоп. при ЧС, 2001. – Вып. 3. – С. 72 – 91.
7. Структурно-функціональне забезпечення територіального управління запобіганням та ліквідацією надзвичайних ситуацій (на прикладі Управління пожежної безпеки в Харківській області) // Автореф. дис... канд. наук з держ. управління: 25.00.02/ О.О. Труш; Нац. акад. держ. упр. при Президентові України, Харк. регіон. ін-т. – Х., 2003. – 19 с
8. Альбошій О.В. Показники результатів роботи підрозділів цивільного захисту як функція динаміки техногенних ризиків / О.В. Альбошій, А.А. Лазарев // Проблеми надзвичайних ситуацій: зб. наук. пр. / НУЦЗ України. – Вип. 11. – 2010. – С. 8 – 13
9. Національна доповідь „Про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2002 році” – К.:Чорнобильінтерінформ, 2003. – 291 с.
10. Національна доповідь „Про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2003 році” – К.:Чорнобильінтерінформ, 2004. – 435 с.
11. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2004 році – К.:Чорнобильінтерінформ, 2005. – 360 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2004.html

12. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2005 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2006. – 375 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2005.html
13. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2006 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2007. – 235 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2006.html
14. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2007 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2008. – 230 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2007.html
15. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2008 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2009. – 257 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2008.html
16. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2009 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2010. – 252 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2009.html

Андронов В.А., Бабков Ю.П., Тютюник В.В., Шевченко Р.И.

Комплексные показатели оценивания состояния природно-техногенной опасности административно-территориальных единиц Украины

На основании анализа статистических данных разработаны комплексные показатели для количественного оценивания состояния техногенно-природной опасности регионов Украины. Представлены результаты их распределения по комплексным показателям.

Ключевые слова: интенсивность чрезвычайных ситуаций, соотношение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, комплексный показатель

Andronov V.A., Babkov Yu.P., Tyutyunik V.V., Shevchenko R.I.

State assessment complex indexes of natural-technological danger of Ukraine administrative-territorial units

On the basis of analysis of statistical data complex indexes are developed for the quantitative assessment of the state of technological-natural danger of regions of Ukraine. The results of their distributing on complex indexes are presented.

Key words: intensity of emergency situations, ratio of emergency situations of natural and technological character, complex index