

УДК 351.861

В.Д. Калугін¹, В.В. Тютюник¹, Л.Ф. Черногор², Р.І. Шевченко¹¹ Національний університет цивільного захисту України, Харків² Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННО-СОЦІАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ СКЛАДІВ БОЄПРИПАСІВ І ПІДПРИЄМСТВ З ЇХ УТИЛІЗАЦІЇ

У роботі запропоновано підхід до оцінки стану безпеки природно-техногенно-соціальної системи (ПТС системи) України на основі дослідження енергії функціонування рознесених у просторі джерел небезпек – складів боєприпасів і підприємств з їх утилізації. Цей підхід є основою для оцінки ступеня ризику життєдіяльності ПТС системи України та розробки ефективної комплексної системи запобігання надзвичайним ситуаціям (НС) природного та техногенного походження.

Ключові слова: склади боєприпасів, підприємства з утилізації боєприпасів, безпека життєдіяльності, енергетичний підхід, критерії оцінки ступеню небезпеки від надзвичайних ситуацій, комплексна система запобігання надзвичайним ситуаціям.

Вступ

Обґрунтування проблеми. Одним з актуальних напрямків розробки ефективної системи моніторингу, запобігання та ліквідації НС природного та техногенного характеру є забезпечення стану стабільного функціонування ПТС системи України в умовах територіального розподілу складів боєприпасів і підприємств з їх утилізації, що потребує комплексного вивчення як безпосередньо умов зародження та розвитку небезпеки, так і взаємозв'язків, що впливатимуть надалі на каскадні прояви небезпек різного характеру. Для цього необхідне формування об'єктивних критеріїв, які, по-перше, мають визначати рівень доцільності застосування запропонованих заходів з підвищення рівня безпеки ПТС системи, по-друге, будуть основою для створення відповідної системи захисту [1 – 4].

У якості критерію оцінки стану безпеки ПТС системи в умовах функціонування складів боєприпасів та підприємств з їх утилізації, пропонується використовувати показник ступеня ризику життєдіяльності, поєднавши його з внутрішніми соціально-промислово-енергетичними показниками системи.

Аналіз останніх досліджень. При розв'язанні проблеми формування системи комплексних заходів для запобігання НС різної природи виникає необхідність дослідження особливостей процесів зародження та виникнення НС і їх взаємного впливу в умовах територіально-часового розподілу джерел небезпеки [5, 6]. У свою чергу, відповідні дослідження оцінки ступеня ризику життєдіяльності в умовах функціонування складів боєприпасів і підприємств з їх утилізації необхідно проводити на основі результатів вивчення кінетики й енергетики

прояву рознесених по території України джерел небезпеки, що дає змогу сформулювати мету роботи.

Постановка задачі та її розв'язання

Метою цієї роботи є розвиток уявлень про оцінку стану безпеки ПТС системи України на основі дослідження кінетики (динаміки) й енергетики її функціонування за умов рознесення у просторі та часі джерел небезпеки, які обумовлені функціонуванням складів боєприпасів і підприємств з їх утилізації.

Оскільки умови нормального функціонування ПТС системи визначаються балансом енергій природного та техногенного походження, який необхідний для протікання процесів життєдіяльності на всіх життєвих рівнях системи [5, 6], тому, для оцінки ступеню небезпеки життєдіяльності ПТС системи в умовах функціонування на її території складів боєприпасів і підприємств з їх утилізації, в роботі пропонується використовувати інтегральний – енергетичний показник життєдіяльності в умовах НС.

Узагальнена схема використання енергії техногенного походження в процесі життєдіяльності ПТС системи за умов функціонування складів боєприпасів і підприємств з їх утилізації представлена на рис. 1. Як видно, що енергія техногенного походження (E^T) являється результатом діяльності техногенного середовища. Отримана таким чином енергія E^T витрачається на забезпечення життєдіяльності соціального середовища та функціонування техногенного середовища. Техногенне середовище складається з техногенного цивільного та техногенного військового середовищ. До техногенного цивільного середовища належать різного роду потенційно небезпечні об'єкти (ПНО). За даними Державного реєстру потенційно небезпечних об'єктів [7, 8]

фактичну небезпеку для нормального функціонування ПТС системи становлять 14 562 об'єктів ПНО, до складу яких входять промислові підприємства, шахти, кар'єри, магістральні газо-, нафто- та продуктопроводи, гідротехнічні споруди, вузлові

залізничні станції, мости, тунелі, накопичувачі та полігони промислових відходів, місця збереження небезпечних речовин та ін. Основними складовими техногенного військового середовища виступають склади боєприпасів та підприємства з їх утилізації.

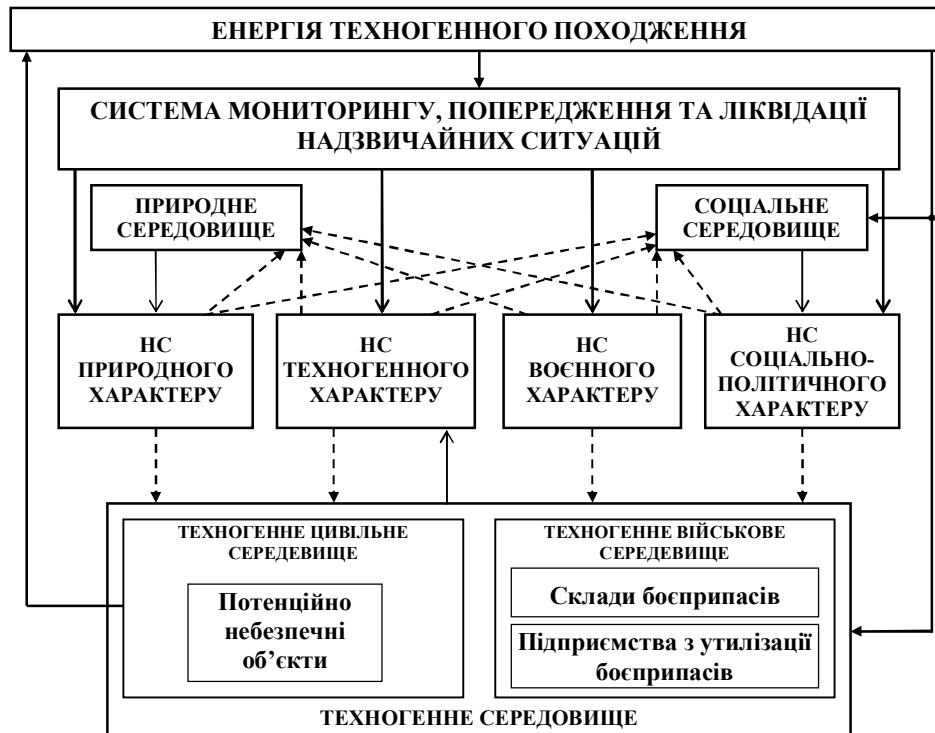


Рис. 1. Схема перетворень енергії техногенного походження в процесі функціонування ПТС системи за умов існування складів боєприпасів і підприємств з їх утилізації

У процесі функціонування ПТС системи виявляються умови виникнення попередніх чинників небезпек і їх розвиток до рівня НС техногенного та навіть природного характеру. Виникненню різного роду НС сприяє перехід ПТС системи з режиму повсякденного функціонування в режим надзвичайного стану. Під час переходу ПТС системи в режим надзвичайного стану виникає зворотний зв'язок між виниклими НС і складовими ПТС системи у вигляді факторів небезпеки, які мають негативний вплив на природне, техногенне та соціальне середовища. Результатом такої негативної дії є дестабілізація в природному, техногенному та соціальному середовищах, що призводить до появи природних наслідків, матеріального та соціального (нематеріального) збитків.

Техногенне середовище представляє особливий інтерес, оскільки об'єднує різного роду потенційно небезпечні об'єкти цивільної та військової спрямованості. При цьому, основна діяльність цивільних об'єктів направлена як на здобуття енергії техногенного походження, так і інших продуктів техногенного походження, без яких немислима в сучасних умовах життєдіяльність соціумів. Крім того, без енергії техногенного походження не може функціонувати техногенне військове середовище, зокрема склади боєприпасів і підприємства з їх утилізації.

Аналіз результатів функціонування схеми рис. 1 показує, що у ПТС системі існує замкнутий цикл здобуття та використання E^T , в результаті якого відбувається генерація різного роду небезпек.

У зв'язку з цим, з метою запобігання виникненню НС, а також зменшення енергії їх негативного впливу на функціонування ПТС системи, людство постійно працює над проблемою підвищення ефективності заходів щодо забезпечення раннього моніторингу попередніх чинників НС на етапі їх зародження, недопущення їх розвитку до рівня масштабного НС, а також локалізації та ліквідації виниклих НС, з метою мінімізації наслідків. В основу реалізації заходів щодо підвищення рівня безпеки життєдіяльності нами закладені принципи раціонального використання енергії техногенного походження, що фактично підтверджує енергетичний взаємозв'язок між виникненням і негативним проявом НС та ефективністю системи безпеки, яка об'єднує підсистеми моніторингу, запобігання та ліквідації НС.

Аналіз взаємозв'язку між енергією техногенного походження, функціонуванням складів боєприпасів та підприємств з їх утилізації, а також виникненням НС проведемо на основі розгляду особливостей енергетичного стану ПТС системи України, як підсистеми загальної ПТС системи планети Земля.

Енергія техногенного походження території України є складовою ($E^T = E_{\Pi} + E_E$) енергії різних видів палив (E_{Π}), які споживаються регіонами України, і електричної енергії (E_E), виробленої в державі та отриманої ззовні. Результати проведеної нами оцінки умов життєдіяльності регіонів України на основі кореляційного аналізу між середньодобовими об'ємами споживання електричної енергії ($\bar{E}^T = E^T/365$) та

кількістю проживаючого населення ($N^{\text{Насел.}}$), а також між \bar{E}^T та кількістю потенційно небезпечних об'єктів ($K_{\text{ПНО}}$) цивільного призначення представлено на рис. 2. Так, у відповідності з представленою на рис. 2, а діаграмою знаходження кількості населення по регіонам України, найбільш заселеними регіонами являються Київська обл. ($N^{\text{Насел.}} \approx 4,5$ млн. чол.) і Донецька обл. ($N^{\text{Насел.}} \approx 4,4$ млн. чол.).

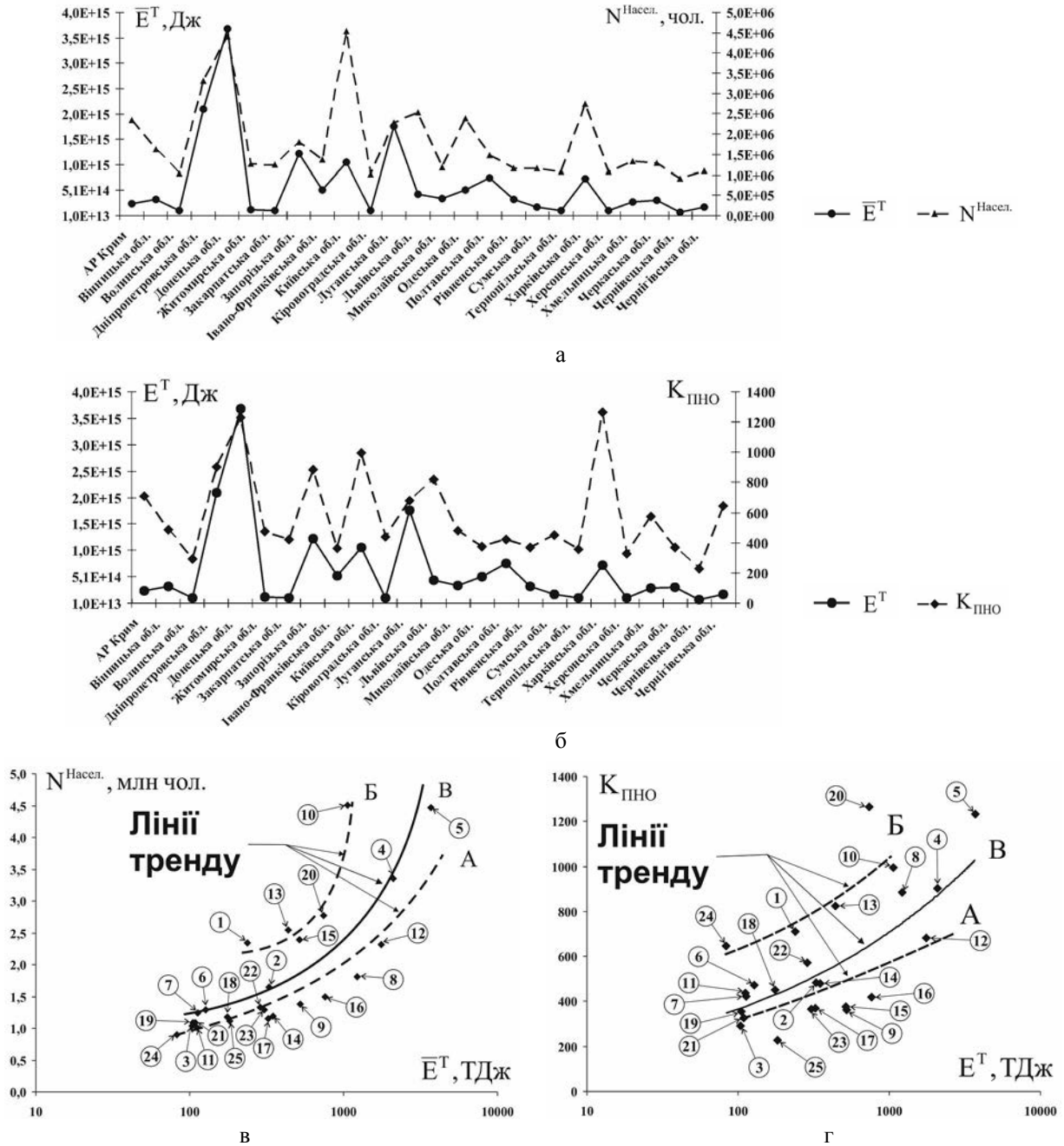


Рис. 2. Графічне представлення взаємозв'язку між E^T , $N^{\text{Насел.}}$ та $K_{\text{ПНО}}$: а – розподіл E^T та $N^{\text{Насел.}}$ по регіонам; б – розподіл E^T та $K_{\text{ПНО}}$ по регіонам; в – графічні залежності між E^T та $N^{\text{Насел.}}$; г – графічні залежності між E^T та $K_{\text{ПНО}}$. Регіони України пронумеровано у алфавітному порядку: 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.

Також, значно заселеними являється Дніпропетровська ($N^{\text{Насел.}} \approx 3,3$ млн. чол.), Харківська ($N^{\text{Насел.}} \approx 2,8$ млн. чол.) і Львівська ($N^{\text{Насел.}} \approx 2,5$ млн. чол.) області. Найменш заселеною являється Чернівецька обл. ($N^{\text{Насел.}} \approx 0,9$ млн. чол.).

Для оцінки рівня кількісної відповідності між показниками \bar{E}^T та $N^{\text{Насел.}}$, значення яких для регіонів України представлено на рис. 2, а, застосовано кореляційний підхід у вигляді [9]:

$$r_{\bar{E}^T N^{\text{Насел.}}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{E}_i^T - \bar{E}^{T*}) (N_i^{\text{Насел.}} - N^{\text{Насел.*}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{E}_i^T - \bar{E}^{T*})^2 \sum_{i=1}^n (N_i^{\text{Насел.}} - N^{\text{Насел.*}})^2}} \quad (1)$$

де $r_{\bar{E}^T N^{\text{Насел.}}}$ – коефіцієнт кореляції; \bar{E}^{T*} та $N^{\text{Насел.*}}$ – середні значення по території України показників \bar{E}^T та $N^{\text{Насел.}}$; n – кількість регіонів України. У відповідності з виразом (1), динаміка показників \bar{E}^T і $N^{\text{Насел.}}$, яка представлена на рис. 2, а, характеризується ступенем кореляції на рівні $r_{\bar{E}^T N^{\text{Насел.}}} \approx 0,77$.

Перевірка значимості коефіцієнтів кореляції визначила наступне. Спостережуване значення критерію визначається, як:

$$T_C = r_{\bar{E}^T N^{\text{Насел.}}} \cdot \sqrt{n-2} / \sqrt{1-r_{\bar{E}^T N^{\text{Насел.}}}^2} \quad (2)$$

де $n = 25$ – об'єм вибірки.

Критична точка розподілу Стьюдента ($t_{\text{кр}}(\alpha; k)$), за заданим рівнем значимості $\alpha = 0,05$ і кількості рівнів свободи $k = n - 2 = 23$, дорівнює $t_{\text{кр}}(\alpha; k) \approx 2,07$.

Отримані результати розрахунків свідчать про можливість відкинути нульову гіпотезу ($|T_C| > t_{\text{кр}}(\alpha; k)$) і констатувати наявність кореляції між об'ємами споживання регіонами України енергії техногенного походження (\bar{E}^T) та кількістю населення ($N^{\text{Насел.}}$), яку представлено у графічній залежності на рис. 2, в. Ця залежність вказує на існування декількох варіантів життєдіяльності регіонів України.

Перший варіант (лінія А, рис. 2, в) характеризується узагальнено-усередненими показниками споживання енергії \bar{E}^T та чисельністю проживання населення. Бачимо, що за цим варіантом функціонує переважна більшість регіонів України. Виняток становлять деякі регіони у яких соціально-енергетичні ($N^{\text{Насел.}} - \bar{E}^T$) умови життєдіяльності відповідають другому варіанту – лінія Б (рис. 2в). За другим варіантом (лінія Б, рис. 2, в) динаміки – \bar{E}^T показників функціонує Київська ($N^{\text{Насел.}} \approx 4,5$ млн. чол., $\bar{E}^T \approx 1061$ ТДж), Харківська ($N^{\text{Насел.}} \approx 2,8$ млн. чол.,

$\bar{E}^T \approx 738$ ТДж), Одеська ($N^{\text{Насел.}} \approx 2,4$ млн. чол., $\bar{E}^T \approx 518$ ТДж), Львівська ($N^{\text{Насел.}} \approx 2,6$ млн. чол., $\bar{E}^T \approx 438$ ТДж) області та АР Крим ($N^{\text{Насел.}} \approx 2,4$ млн. чол., $\bar{E}^T \approx 238$ ТДж). У цих регіонах чисельність населення перевищує чисельність населення у регіонах з аналогічним рівнем споживання енергії техногенного походження, які відповідають умовам життєдіяльності за варіантом А (рис. 2, в). У варіант В (рис. 2, в) об'єднані масиви даних за якими будувались лінії тренду А і Б. Апроксимація ліній тренду рис. 2, в реалізована на інтервалі $\bar{E}^T = 80 - 3700$ ТДж показниковими функціями у вигляді:

$$N^{\text{Насел.}} = 0,22 (\bar{E}^T)^{0,33} - \text{лінія А}, \quad (3)$$

$$N^{\text{Насел.}} = 0,25 (\bar{E}^T)^{0,39} - \text{лінія Б}, \quad (4)$$

$$N^{\text{Насел.}} = 0,19 (\bar{E}^T)^{0,37} - \text{лінія В}, \quad (5)$$

де \bar{E}^T – в ТДж ($1 \text{ ТДж} = 10^{12} \text{ Дж}$), $N^{\text{Насел.}}$ – в млн. чол.

У відповідності з представленою на рис. 2, б діаграмою знаходження кількості ПНО по регіонам України, найбільш споживаючими енергію регіоном являється Донецька обл. ($\bar{E}^T \approx 3,69 \cdot 10^{15}$ Дж), при цьому кількість в даному регіоні ПНО також є максимальною: $K_{\text{ПНО}} = 1232$ об'єкта. Регіоном, споживаючим найменшу кількість техногенної енергії, являється Чернівецька обл. ($\bar{E}^T \approx 8,28 \cdot 10^{13}$ Дж), в якій знаходиться найменша кількість ПНО – $K_{\text{ПНО}} = 227$ об'єктів. Дніпропетровська ($\bar{E}^T \approx 2,10 \cdot 10^{15}$ Дж; $K_{\text{ПНО}} = 904$ об'єкта), Луганська ($\bar{E}^T \approx 1,76 \cdot 10^{15}$ Дж; $K_{\text{ПНО}} = 682$ об'єкта) та Запорізька ($\bar{E}^T \approx 1,22 \cdot 10^{15}$ Дж; $K_{\text{ПНО}} = 884$ об'єкта) області також відносяться до регіонів з відносно високим рівнем споживання техногенної енергії та знаходженням великої кількості ПНО.

Інтерес представляють Харківський ($\bar{E}^T \approx 7,38 \cdot 10^{14}$ Дж; $K_{\text{ПНО}} = 1264$ об'єкта), Львівський ($\bar{E}^T \approx 4,38 \cdot 10^{14}$ Дж; $K_{\text{ПНО}} = 823$ об'єкта) та Київський ($\bar{E}^T \approx 1,06 \cdot 10^{15}$ Дж; $K_{\text{ПНО}} = 995$ об'єктів) регіони, у яких кількість ПНО істотно перевищує кількість ПНО у регіонах, що мають аналогічне енергоспоживання. Це може бути обумовлено або відсутністю в цих регіонах енергоємних об'єктів, або функціонуванням енергоємних об'єктів не на повну потужність. І проте, відповідно до (1), результати кореляційного аналізу даних рис. 2, б, свідчать, що між показниками E^T та $K_{\text{ПНО}}$ спостерігається стійка кореляція на рівні $r_{\bar{E}^T K_{\text{ПНО}}} \approx 0,70$, яку представлено у графічній залежності на рис. 2, г. Представлені в графічному вигляді на рис. 2, г функціональні за-

лежності також свідчать про існування в Україні декількох енергетичних рівнів, що забезпечують функціонування регіонів України.

Детальний аналіз даних рис. 2г дав наступні результати: розподіл по лінії А характеризує регіони з порівняно невисокою кількістю ПНО, а також малим показником споживання енергії. За цим варіантом функціонує переважна більшість регіонів України. Виняток становлять деякі регіони, умови життєдіяльності в яких відповідають другому варіанту – лінії Б.

За динамікою промислово-енергетичних ($K_{\text{ПНО}} - \bar{E}^T$) показників за другим варіантом (лінія Б, рис. 2, г) функціонує Харківська ($K_{\text{ПНО}} = 1264$ об'єкта, $\bar{E}^T \approx 738$ ТДж), Київська ($K_{\text{ПНО}} = 995$ об'єктів, $\bar{E}^T \approx 1061$ ТДж), Львівська ($K_{\text{ПНО}} = 823$ об'єкта, $\bar{E}^T \approx 438$ ТДж) області та АР Крим ($K_{\text{ПНО}} = 711$ об'єктів, $\bar{E}^T \approx 238$ ТДж). У варіант лінії В (рис. 2, г) об'єднані масиви, по яких будувалися лінії А і Б.

Апроксимація зміни $K_{\text{ПНО}} - \bar{E}^T$ показників життєдіяльності регіонів України, відповідно до ліній А, Б і В на рис. 2г, має вигляд:

$$K_{\text{ПНО}} = 84,91(\bar{E}^T)^{0,29} - \text{лінія А,} \quad (6)$$

$$K_{\text{ПНО}} = 223,02(\bar{E}^T)^{0,23} - \text{лінія Б,} \quad (7)$$

$$K_{\text{ПНО}} = 98,19(\bar{E}^T)^{0,29} - \text{лінія В,} \quad (8)$$

де \bar{E}^T – в ТДж, $K_{\text{ПНО}}$ – в одиницях об'єктів.

Крім цивільних функцій техногенне середовище виконує деякі функції техногенно-військового характеру, які пов'язані насамперед з виробництвом озброєння та військової техніки, а також із зберіганням боєприпасів та їх утилізації при закінченні терміну служби. Об'єкти, які реалізують ці функції, також відносяться до потенційно небезпечних об'єктів, де може виникнути різного роду аварії та надзвичайні ситуації, які негативно впливають на стан стабільного функціонування ПТС системи. Тому, ця робота також спрямована на аналіз стабільного функціонування ПТС системи України в умовах територіального розподілу складів боєприпасів та підприємств з їх утилізації.

Результати проведеного, у відповідності з представленим у [10] переліком боєприпасів і озброєння, що підлягають утилізації, аналізу територіального по регіонам України складів боєприпасів та підприємств з їх утилізації представлено у табл. 1, де видно, що в Україні нараховується 37 великих сховищ боєприпасів, у яких заплановано утилізувати вибухової речовини приблизно $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}} \approx 0,13$ млн. т.

Таблиця 1

Розподіл по регіонам України об'ємів споживання середньодобової енергії техногенного походження (\bar{E}^T), чисельності проживаючого населення ($N^{\text{Насел.}}$), кількості потенційно небезпечних об'єктів ($K_{\text{ПНО}}$), кількості складів боєприпасів ($K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєспр.}}$), маси вибухової речовини, що підлягає утилізації ($M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}}$), та підприємств з утилізації боєприпасів ($K_{\text{ПНО}}^{\text{ПУБ}}$)

| Регіон, область | \bar{E}^T , ТДж | $N^{\text{Насел.}}$, чол. | $K_{\text{ПНО}}$ | $K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєспр.}}$ | $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}}$, т | $K_{\text{ПНО}}^{\text{ПУБ}}$ |
|----------------------|-------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 1. АР Крим | 238,1 | 2343901 | 711 | 7 | 1814,3 | – |
| 2. Вінницька | 327,2 | 1635018 | 485 | 2 | 34099,9 | – |
| 3. Волинська | 103,6 | 1038548 | 292 | – | – | – |
| 4. Дніпропетровська | 2095,3 | 3321336 | 904 | – | – | 1 |
| 5. Донецька | 3694,7 | 4405768 | 1232 | – | – | 1 |
| 6. Житомирська | 127,4 | 1273666 | 473 | 3 | 950,9 | – |
| 7. Закарпатська | 112,4 | 1250517 | 422 | – | – | – |
| 8. Запорізька | 1223,7 | 1792341 | 884 | 1 | 6137,3 | – |
| 9. Івано-Франківська | 524,1 | 1380127 | 361 | – | – | – |
| 10. Київська | 1061,1 | 4531352 | 995 | 1 | 64,3 | – |
| 11. Кіровоградська | 111,6 | 1003153 | 438 | 2 | 2860,9 | – |
| 12. Луганська | 1761,6 | 2274082 | 682 | – | – | 1 |
| 13. Львівська | 438,0 | 2541730 | 823 | 2 | 3631,8 | – |
| 14. Миколаївська | 347,3 | 1178695 | 480 | 2 | 2811,2 | – |
| 15. Одеська | 517,9 | 2387968 | 376 | 2 | 1781,2 | – |
| 16. Полтавська | 760,0 | 1477904 | 421 | 3 | 1545,2 | – |
| 17. Рівненська | 325,3 | 1154088 | 371 | – | – | – |
| 18. Сумська | 174,7 | 1153077 | 453 | – | – | 2 |
| 19. Тернопільська | 105,0 | 1080800 | 356 | – | – | – |
| 20. Харківська | 737,8 | 2743121 | 1264 | 3 | 4727,7 | – |
| 21. Херсонська | 109,3 | 1083733 | 327 | – | – | – |
| 22. Хмельницька | 287,3 | 1320785 | 573 | 5 | 42311,9 | – |
| 23. Черкаська | 306,6 | 1278071 | 367 | 2 | 24722,4 | – |
| 24. Чернівецька | 82,8 | 905225 | 227 | – | – | – |
| 25. Чернігівська | 181,6 | 1089383 | 645 | 2 | 5848,1 | – |
| Україна | 15754,3 | 45644389 | 14562 | 37 | 133307,1 | 5 |

При цьому, основна кількість складів, де підлягають утилізації боєприпаси, знаходиться у енергетично ненавантажених регіонах України. Так, основна маса вибухової речовини, що підлягає утилізації, розташована у Хмельницькій ($\bar{E}^T = 287,3$ ТДж; $K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєспр.}} = 5$; $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}} = 42311,9$ т), Вінницькій ($\bar{E}^T = 327,2$ ТДж; $K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєспр.}} = 2$; $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}} = 34099,9$ т) та Черкаській ($\bar{E}^T = 306,6$ ТДж; $K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєспр.}} = 2$; $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}} = 24722,4$ т) областях. Виняток становлять Запорізька ($\bar{E}^T = 1223,7$ ТДж; $K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєспр.}} = 1$; $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}} = 6137,3$ т) та Харківська ($\bar{E}^T = 737,8$ ТДж; $K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєспр.}} = 3$; $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}} = 4727,7$ т) області. Ступень кореляції між енергоємністю регіонів та територіальним розподілом складів боєприпасів, що підлягають утилізації, знаходиться на рівні $r_{\bar{E}^T K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєспр.}}} \approx -0,24$, що свідчить про зовсім інші,

не пов'язані з енергетичними можливостями регіонів, принципи розподілу боєприпасів в Україні. Перевірка значимості коефіцієнтів кореляції ($|T_C| \approx 1,19 < t_{\text{кр}}(\alpha; k)$) вказує: по-перше, на неможливість відкинути нульову гіпотезу і констатувати наявність стійкої кореляції між показниками \bar{E}^T і $K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєспр.}}$; по-друге, наявність передумов висловлення факту того, що більшість складів боєприпасів знаходиться в регіонах з малим рівнем енергоспоживання. Останнє має логічне обґрунтування, оскільки не підвищує загрозу виникнення НС в регіонах з високим рівнем енергоспоживання.

З іншого боку, підприємства з утилізації боєприпасів являються підприємствами-споживачами значної кількості енергії, тому, навпаки від складів боєприпасів, вони розташовані у енергоємних регіонах, таких, як Дніпропетровська ($\bar{E}^T = 2095,3$ ТДж; $K_{\text{ПНО}}^{\text{ПУБ}} = 1$), Донецька ($\bar{E}^T = 3694,7$ ТДж; $K_{\text{ПНО}}^{\text{ПУБ}} = 1$) та Луганська ($\bar{E}^T = 1761,6$ ТДж; $K_{\text{ПНО}}^{\text{ПУБ}} = 1$) області. Це визначається показником кореляції на рівні $r_{\bar{E}^T K_{\text{ПНО}}^{\text{ПУБ}}} \approx 0,86$. Виняток становить Сумська область ($\bar{E}^T = 174,7$ ТДж; $K_{\text{ПНО}}^{\text{ПУБ}} = 2$), що зменшує значення коефіцієнту кореляції до рівня $r_{\bar{E}^T K_{\text{ПНО}}^{\text{ПУБ}}} \approx 0,48$.

У рамках представленої кореляційного аналізу, графічна залежність між рівнем споживання регіонами України середньодобовою енергією техногенного походження та розташованих у них кількістю військових потенційно небезпечних об'єктів ($K_{\text{ПНО}}^{\text{Військ.}} = K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєспр.}} + K_{\text{ПНО}}^{\text{ПУБ}}$) представлено на

рис. 3, де функціональна залежність вказує на існування декількох варіантів військової техногенної діяльності регіонів України.

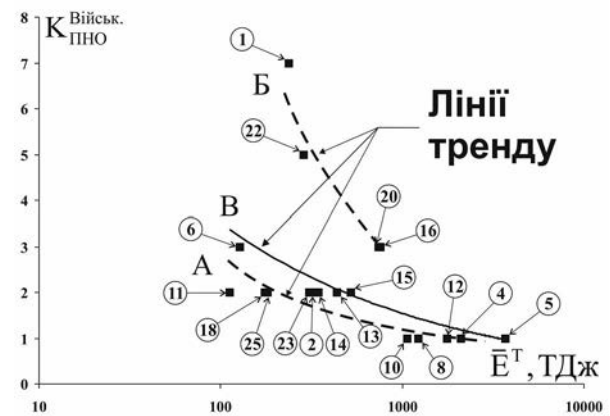


Рис. 3. Графічна залежність між середньодобовою енергією техногенного походження та кількістю військових потенційно небезпечних об'єктів (нумерація областей наведена у алфавітному порядку і відповідає рис. 2)

Перший варіант (лінія А, рис. 3) характеризується узагальнено-усередненими показниками споживання енергії \bar{E}^T та кількості військових потенційно небезпечних об'єктів. Так, за цим варіантом функціонує переважна більшість регіонів України. Винятком будуть ті регіони, у яких військово-промислово-енергетичні ($K_{\text{ПНО}}^{\text{Військ.}} - \bar{E}^T$) умови життєдіяльності відповідають другому варіанту – лінія Б. У варіант В об'єднані масиви даних за якими будувались лінії тренду А і Б.

Апроксимація лінії тренду реалізована на інтервалі $\bar{E}^T = 80 - 3700$ ТДж показниковими функціями у вигляді:

$$K_{\text{ПНО}}^{\text{Військ.}} = 11,20 (\bar{E}^T)^{-0,31} \quad \text{— лінія А,} \quad (9)$$

$$K_{\text{ПНО}}^{\text{Військ.}} = 239,59 (\bar{E}^T)^{-0,66} \quad \text{— лінія Б,} \quad (10)$$

$$K_{\text{ПНО}}^{\text{Військ.}} = 18,09 (\bar{E}^T)^{-0,36} \quad \text{— лінія В,} \quad (11)$$

де \bar{E}^T – в ТДж, $K_{\text{ПНО}}^{\text{Військ.}}$ – в одиницях об'єктів.

Достовірність апроксимації залежності $K_{\text{ПНО}}^{\text{Військ.}} = \phi(\bar{E}^{\text{Тех.}})$ регресійними рівняннями (9) – (11) визначена через коефіцієнт детермінації (R^2), який визначає частку розкиду, що враховується регресією ($\hat{K}_{\text{ПНО}_i}^{\text{Військ.}}$), у загальному розкиді результативної ознаки $K_{\text{ПНО}_i}^{\text{Військ.}}$, як [9]:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\hat{K}_{\text{ПНО}_i}^{\text{Військ.}} - K_{\text{ПНО}}^{\text{Військ.}*} \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(K_{\text{ПНО}_i}^{\text{Військ.}} - K_{\text{ПНО}}^{\text{Військ.}*} \right)^2}, \quad (12)$$

де $K_{\text{ПНО}}^{\text{Військ.}*}$ – середнє значення $K_{\text{ПНО}_i}^{\text{Військ.}}$ ($i=1\dots n$);
 $\hat{K}_{\text{ПНО}_i}^{\text{Військ.}}$ – вирівняне значення показника $K_{\text{ПНО}_i}^{\text{Військ.}}$; n – кількість регіонів України.

Таким чином, значення коефіцієнтів детермінації для ліній тренду, представлених на рис. 3, дорівнюють: $R^2 \approx 0,81$ (лінія А); $R^2 \approx 0,96$ (лінія Б); $R^2 \approx 0,41$ (лінія В).

Оцінка ступеню небезпечного впливу територіально рознесених складів боєприпасів на нормальні умови функціонування ПТС системи України проведена на основі запропонованого у [5] енергетичного підходу, де введені наступні показники:

– показник ступеню небезпеки (коефіцієнт небезпеки) має вигляд:

$$k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}} = E^{\text{НС}} / \bar{E}^{\text{ПТС}}, \quad (13)$$

де $E^{\text{НС}}$ – енергія НС; $\bar{E}^{\text{ПТС}}$ – середньодобова енергія ПТС системи;

– показник енергетичної можливості системи безпеки (коефіцієнт безпеки) має вигляд:

$$k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}} = \bar{E}^{\text{СБ}} / E^{\text{НС}}, \quad (14)$$

де $\bar{E}^{\text{СБ}}$ – середньодобова енергія системи безпеки;

– показник критичного середньодобового рівня життєдіяльності ПТС системи в умовах прояву НС (коефіцієнт руйнування) має вигляд:

$$k_{\text{НС} \rightarrow (\text{ПТС} + \text{СБ})}^{\text{Руйнування}} = \frac{E^{\text{НС}}}{\bar{E}^{\text{ПТС}} + \bar{E}^{\text{СБ}}}. \quad (15)$$

Розрахунок показників $k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}}$, $k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}}$ та $k_{\text{НС} \rightarrow (\text{ПТС} + \text{СБ})}^{\text{Руйнування}}$ проведено для двох характеристик у часі точок, саме: до початку утилізації боєприпасів (на складах знаходиться загальний об'єм запасів – початкові умови) та на кінець утилізації запланованих боєприпасів (кінцеві умови).

Початкові та кінцеві умови визначені в межах офіційно оприлюдненою у [10] інформацією щодо стану небезпеки складів боєприпасів на кінець 2004 р. Так, із зазначених 2,5 млн. т озброєння вага озброєння, віднесеного до розряду надлишкових, становить приблизно $M_{\text{Утиліз.}}^{\text{Озбр.}} \approx 1,5$ млн. т, що характеризується, за даними табл. 1, масою вибухової речовини $M_{\text{ВР}} \approx 0,13$ млн. т. Це дозволило, у першому наближенні, встановити лінійну залежність між масами озброєння та вибухової речовини, що зберігається на військових складах в Україні, у вигляді:

$$M_{\text{ВР}} \approx 0,09 M^{\text{Озбр.}}, \quad (16)$$

де $M^{\text{Озбр.}}$ – маса озброєння.

Надалі, у рамках регресійної моделі (16), в роботі проведено розрахунок ступеню небезпечного впливу складів боєприпасів, що підлягають утиліза-

ції, на нормальні умови функціонування ПТС системи України, а саме: маси вибухової речовини; енергії НС, яка пов'язана з вибухом цієї речовини; коефіцієнтів небезпеки, безпеки та руйнування. Результати цього розрахункового аналізу по регіонах України за початкових та кінцевих умов представлено в табл. 2.

Представлені у табл. 2 результати отримані у межах наступних допущень:

– на початковому етапі прийнято допущення, що маса боєприпасів рівномірно розподілена на 37 складах;

– результатом кінцевого етапу, за представленою у [10] інформацією, являється результат скасування 10 складів;

– за термін утилізації відсутні додаткові надходження застарілого озброєння на утилізацію;

– розрахунок показників за рівняннями (13) – (15) проводився за максимальних умов небезпеки, коли НС тривала добу та вибух поширювався на всю масу вибухової речовини, яка знаходилась у регіоні.

Обговорення

Отримані розрахункові результати дозволяють висловити наступне.

Початкові умови характеризуються наявністю 37 складів боєприпасів, які нерівномірно розподілені по території України. Найбільша кількість складів, а відповідно і вибухової речовини, приходить на АР Крим ($K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєпр.}} = 7$ об'єктів; $M_{\text{ВР}} = 42047,6$ т) та Хмельницьку область ($K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєпр.}} = 5$ об'єктів; $M_{\text{ВР}} = 30034,0$ т). В інших регіонах кількість складів коливається від 1 до 3 об'єктів.

Крім того, в державі нараховується десять регіонів, де відсутні склади боєприпасів. Такими регіонами являються, в основному, енергоємні регіони України – Дніпропетровська ($\bar{E}^{\text{T}} = 2095,3$ ТДж), Донецька ($\bar{E}^{\text{T}} = 3694,7$ ТДж) та Луганська ($\bar{E}^{\text{T}} = 1761,6$ ТДж) області. Так, нерівномірність на початковому етапі територіального розподілу кількості складів боєприпасів і маси вибухової речовини, а також нерівномірні географічно-енергетичні властивості регіонів (площа регіонів, енергія природної та техногенної складових ПТС системи України) явилися запорукою нерівномірного територіального розподілу ступеню небезпеки життєдіяльності ПТС системи України в умовах функціонування військових складів боєприпасів.

Таким чином, в умовах характерного для початкового етапу (до утилізації) сталого енергетичного балансу держави, відносно суттєвим показником небезпеки в умовах функціонування військових складів боєприпасів характеризується АР Крим:

Таблиця 2

Розподіл по регіонах України енергії природної складової ПТС системи ($\bar{E}_{\text{Регіон}}^{\text{ПТС}}$) в залежності від площі регіонів ($S^{\text{Регіон}}$), кількості складів боєприпасів ($K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боєпр.}}$), а також результати розрахунків маси вибухової речовини ($M_{\text{ВР}}$), енергії від вибуху вибухової речовини ($E^{\text{НС}}$), значень показників безпеки ($k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}}$) та небезпеки ($k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}}$) на моменти початку та кінця утилізації

| Регіон | $S^{\text{Регіон}}$, км ² | $\bar{E}_{\text{Регіон}}^{\text{ПТС}}$, Дж | Початкові умови | | | | | Кінцеві умови | | | | |
|---------|---------------------------------------|---|----------------------------------|---------------------|----------------------|---|--|----------------------------------|---------------------|----------------------|---|--|
| | | | $K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Бо}}$ | $M_{\text{ВР}}$, т | $E^{\text{НС}}$, Дж | $k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}}$ | $k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}}$ | $K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Бо}}$ | $M_{\text{ВР}}$, т | $E^{\text{НС}}$, Дж | $k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}}$ | $k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}}$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | $2,8 \cdot 10^4$ | $2,3 \cdot 10^{18}$ | 7 | 42047,6 | $1,8 \cdot 10^{14}$ | $7,6 \cdot 10^{-5}$ | 1,4 | 7 | 40233,3 | $1,7 \cdot 10^{14}$ | $7,3 \cdot 10^{-5}$ | 1,4 |
| 2 | $2,7 \cdot 10^4$ | $2,2 \cdot 10^{18}$ | 2 | 12013,6 | $5,0 \cdot 10^{13}$ | $2,3 \cdot 10^{-5}$ | 6,5 | – | – | – | – | – |
| 3 | $2,0 \cdot 10^4$ | $1,7 \cdot 10^{18}$ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 4 | $3,2 \cdot 10^4$ | $2,6 \cdot 10^{18}$ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 5 | $2,7 \cdot 10^4$ | $2,2 \cdot 10^{18}$ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 6 | $3,0 \cdot 10^4$ | $2,5 \cdot 10^{18}$ | 3 | 18020,4 | $7,5 \cdot 10^{13}$ | $3,1 \cdot 10^{-5}$ | 1,7 | 3 | 17069,5 | $7,1 \cdot 10^{13}$ | $2,9 \cdot 10^{-5}$ | 1,8 |
| 7 | $1,3 \cdot 10^4$ | $1,1 \cdot 10^{18}$ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 8 | $2,7 \cdot 10^4$ | $2,2 \cdot 10^{18}$ | 1 | 6006,8 | $2,5 \cdot 10^{13}$ | $1,1 \cdot 10^{-5}$ | 48,7 | – | – | – | – | – |
| 9 | $1,4 \cdot 10^4$ | $1,1 \cdot 10^{18}$ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 10 | $2,9 \cdot 10^4$ | $2,4 \cdot 10^{18}$ | 1 | 6006,8 | $2,5 \cdot 10^{13}$ | $1,1 \cdot 10^{-5}$ | 42,2 | 1 | 5942,5 | $2,5 \cdot 10^{13}$ | $1,0 \cdot 10^{-5}$ | 42,7 |
| 11 | $2,5 \cdot 10^4$ | $2,0 \cdot 10^{18}$ | 2 | 12013,6 | $5,0 \cdot 10^{13}$ | $2,5 \cdot 10^{-5}$ | 2,2 | 2 | 9152,7 | $3,8 \cdot 10^{13}$ | $1,9 \cdot 10^{-5}$ | 2,9 |
| 12 | $2,7 \cdot 10^4$ | $2,2 \cdot 10^{18}$ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 13 | $2,2 \cdot 10^4$ | $1,8 \cdot 10^{18}$ | 2 | 12013,6 | $5,0 \cdot 10^{13}$ | $2,8 \cdot 10^{-5}$ | 8,7 | 2 | 8381,8 | $3,5 \cdot 10^{13}$ | $1,9 \cdot 10^{-5}$ | 12,5 |
| 14 | $2,5 \cdot 10^4$ | $2,0 \cdot 10^{18}$ | 2 | 12013,6 | $5,0 \cdot 10^{13}$ | $2,5 \cdot 10^{-5}$ | 6,9 | 2 | 9202,4 | $3,9 \cdot 10^{13}$ | $1,9 \cdot 10^{-5}$ | 9,0 |
| 15 | $3,3 \cdot 10^4$ | $2,8 \cdot 10^{18}$ | 2 | 12013,6 | $5,0 \cdot 10^{13}$ | $1,8 \cdot 10^{-5}$ | 10,3 | 2 | 10232,4 | $4,3 \cdot 10^{13}$ | $1,6 \cdot 10^{-5}$ | 12,1 |
| 16 | $2,9 \cdot 10^4$ | $2,4 \cdot 10^{18}$ | 3 | 18020,4 | $7,5 \cdot 10^{13}$ | $3,2 \cdot 10^{-5}$ | 10,1 | 3 | 16475,2 | $6,9 \cdot 10^{13}$ | $2,9 \cdot 10^{-5}$ | 11,0 |
| 17 | $2,0 \cdot 10^4$ | $1,7 \cdot 10^{18}$ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 18 | $2,4 \cdot 10^4$ | $2,0 \cdot 10^{18}$ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 19 | $1,4 \cdot 10^4$ | $1,1 \cdot 10^{18}$ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 20 | $3,1 \cdot 10^4$ | $2,6 \cdot 10^{18}$ | 3 | 18020,4 | $7,5 \cdot 10^{13}$ | $2,9 \cdot 10^{-5}$ | 9,8 | 3 | 13292,7 | $5,6 \cdot 10^{13}$ | $2,1 \cdot 10^{-5}$ | 13,3 |
| 21 | $2,9 \cdot 10^4$ | $2,4 \cdot 10^{18}$ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 22 | $2,1 \cdot 10^4$ | $1,7 \cdot 10^{18}$ | 5 | 30034,0 | $1,3 \cdot 10^{14}$ | $7,4 \cdot 10^{-5}$ | 2,3 | – | – | – | – | – |
| 23 | $2,1 \cdot 10^4$ | $1,7 \cdot 10^{18}$ | 2 | 12013,6 | $5,0 \cdot 10^{13}$ | $2,9 \cdot 10^{-5}$ | 6,1 | – | – | – | – | – |
| 24 | $0,8 \cdot 10^4$ | $0,7 \cdot 10^{18}$ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 25 | $3,2 \cdot 10^4$ | $2,6 \cdot 10^{18}$ | 2 | 12013,6 | $5,0 \cdot 10^{13}$ | $1,9 \cdot 10^{-5}$ | 3,6 | 2 | 6165,5 | $2,6 \cdot 10^{13}$ | $1,0 \cdot 10^{-5}$ | 7,0 |
| Україна | $6,0 \cdot 10^5$ | $5,0 \cdot 10^{19}$ | 37 | 222251,6 | $9,3 \cdot 10^{14}$ | $1,9 \cdot 10^{-5}$ | 16,9 | 27 | 136148,0 | $5,7 \cdot 10^{14}$ | $1,4 \cdot 10^{-5}$ | 27,7 |

Примітки до табл. 2:

* $\bar{E}_{\text{Регіон}}^{\text{ПТС}} = \bar{E}_{\text{Україна}}^{\text{ПТС}} \cdot S^{\text{Регіон}} / S^{\text{Україна}}$, де $\bar{E}_{\text{Україна}}^{\text{ПТС}} \approx 5 \cdot 10^{19}$ Дж – величина енергії ПТС системи України у рамках природної складової за тривалість часу життєдіяльності $T = 10^5$ с (протягом доби) [5], $S^{\text{Регіон}}$ – площа території регіону, $S^{\text{Україна}}$ – площа території України;

** розрахунок проведено за умов, що енерговивільнення вибуху тринітротолуолу (ТНТ) становить 4,19 Дж/кг [11];

*** розрахунок проведено за умов, що усю енергію техногенного походження використано на ліквідацію НС ($\bar{E}^{\text{СБ}} = \bar{E}^{\text{T}}$). За умов того, що $\bar{E}_{\text{Регіон}}^{\text{ПТС}} \gg \bar{E}^{\text{СБ}}$, результати розрахунків $k_{\text{НС} \rightarrow (\text{ПТС} + \text{СБ})}^{\text{Руйнування}} \approx k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}}$ і у табл. 2 не наведено.

$\bar{E}_{\text{Регіон}}^{\text{ПТС}} = 2,3 \cdot 10^{18}$ Дж; $\bar{E}^{\text{T}} = 2,4 \cdot 10^{14}$ Дж; $E^{\text{НС}} = 1,8 \cdot 10^{14}$ Дж; $k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}} = 7,6 \cdot 10^{-5}$; $k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}} = 1,4$
 та Хмельницька область: $\bar{E}_{\text{Регіон}}^{\text{ПТС}} = 1,7 \cdot 10^{18}$ Дж; $\bar{E}^{\text{T}} = 2,9 \cdot 10^{14}$ Дж; $E^{\text{НС}} = 1,3 \cdot 10^{14}$ Дж; $k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}} = 7,4 \cdot 10^{-5}$; $k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}} = 2,3$. З іншого боку, відносно великим рівнем безпеки характеризуються Київська ($\bar{E}_{\text{Регіон}}^{\text{ПТС}} = 2,4 \cdot 10^{18}$ Дж; $\bar{E}^{\text{T}} = 1,1 \cdot 10^{15}$ Дж; $E^{\text{НС}} = 2,5 \cdot 10^{13}$ Дж; $k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}} = 1,1 \cdot 10^{-5}$; $k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}} = 42,2$)

та Запорізька ($\bar{E}_{\text{Регіон}}^{\text{ПТС}} = 2,2 \cdot 10^{18}$ Дж; $\bar{E}^{\text{T}} = 1,2 \times 10^{15}$ Дж; $E^{\text{НС}} = 2,5 \cdot 10^{13}$ Дж; $k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}} = 1,1 \cdot 10^{-5}$; $k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}} = 48,7$) області. Ці регіони мають у своєму розпорядженні відносно велику кількість енергії техногенного походження (див. табл. 1), яку можна залучити до попередження НС.

Умови утилізації практично не впливають на територіальну нерівномірність у розподіл маси вибухової речовини. Так, відносно велику кількість вибухової речовини планується утилізувати ($M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}}$ – маса

вибухової речовини, що підлягає утилізувати у відповідності з даними табл. 1) у Вінницькій ($K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боепр.}} = 2$; $M_{\text{ВР}} = 12013,6$ т; $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}} = 34099,9$ т), Запорізькій ($K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боепр.}} = 1$; $M_{\text{ВР}} = 6006,8$ т; $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}} = 6137,3$ т), Хмельницькій ($K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боепр.}} = 5$; $M_{\text{ВР}} = 30034,0$ т; $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}} = 42311,9$ т) та Черкаській ($K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боепр.}} = 2$; $M_{\text{ВР}} = 12013,6$ т; $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}} = 24722,4$ т) областях. Отримані попередні розрахунки свідчать, що в цих чотирьох регіонах мають місце умови, коли $M_{\text{ВР}}^{\text{Утил.}} \approx M_{\text{ВР}}$. Це дозволяє прогнозувати, що саме в цих регіонах розташовані саме ті 10 складів боеприпасів, які підлягають знищенню.

У результаті проведення утилізації боеприпасів в Україні безумовно прогнозується підвищення ступеню безпеки життєдіяльності в державі. Це підтверджується проведеними розрахунками показників $k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}}$ і $k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}}$. Так, показник $k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}}$ зменшиться з величини $1,9 \cdot 10^{-5}$ до величини $1,4 \cdot 10^{-5}$. Показник же енергетичної можливості системи безпеки ($k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}}$), за умов незмінності енергетичної потужності держави та відсутності збільшення її військового потенціалу, збільшиться з величини 16,9 до величини 27,7. Однак, в умовах нерівномірного територіального розподілу складів боеприпасів та маси вибухової речовини на початковому етапі та нерівномірного територіального закону утилізації боеприпасів, результат підвищення ступеню безпеки життєдіяльності в державі носить територіально нерівномірний характер. Так, практично незмінним залишиться рівень безпеки життєдіяльності у АР Крим ($k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}} = 7,6 \cdot 10^{-5} \rightarrow 7,3 \cdot 10^{-5}$; $k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}} = 1,4 \rightarrow 1,4$), Житомирській ($k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}} = 3,1 \cdot 10^{-5} \rightarrow 2,9 \cdot 10^{-5}$; $k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}} = 1,7 \rightarrow 1,8$) та Київській ($k_{\text{НС} \rightarrow \text{ПТС}}^{\text{Небезп.}} = 1,1 \cdot 10^{-5} \rightarrow 1,0 \cdot 10^{-5}$; $k_{\text{СБ} \rightarrow \text{НС}}^{\text{Безп.}} = 42,2 \rightarrow 42,7$) областях. В інших регіонах спостерігається збільшення рівню безпеки на 30 – 90 % (табл. 2).

Крім того, представлений у табл. 1 порівняльний аналіз за кількістю потенційно небезпечних об'єктів цивільного призначення, складів боеприпасів та підприємств з утилізації боеприпасів свідчить про відносно невеликий вклад від функціонування об'єктів техногенного військового середовища у загальний рівень техногенного навантаження в Україні:

$$\left(K_{\text{ПНО}}^{\text{Скл.Боепр.}} + K_{\text{ПНО}}^{\text{ПУБ}} \right) \ll K_{\text{ПНО}}, \quad (37 + 5) \ll 14562.$$

Отримані у роботі результати (критерії небезпеки, безпеки та руйнування ПТС системи) мають високу функцію значимої прогностичності при встановленні явищ, які призводять до виникнення

різного роду НС, при функціонуванні ПТС системи України.

У підсумку необхідно вказати, що загальна методологія оцінки рівня небезпеки життєдіяльності в умовах територіального розподілу потенційно небезпечних об'єктів цивільного призначення, складів боеприпасів та підприємств з утилізації боеприпасів являється основою для розробки комплексної схеми заходів для забезпечення раннього моніторингу, ефективного попередження та ліквідації наслідків техногенних небезпек в Україні.

Висновки

1. У роботі обґрунтована ефективність енергетичного підходу до оцінки рівня небезпеки життєдіяльності території України в умовах функціонування потенційно небезпечних об'єктів цивільного та військового призначення.

2. На основі розгляду енергетичних параметрів стану природно-техногенно-соціальної системи у процесах життєдіяльності населення та функціонування військових потенційно небезпечних об'єктів – складів боеприпасів і підприємств з їх утилізації й їх негативного впливу на середовище життєдіяльності розроблено системний підхід і принцип територіальної оцінки рівня небезпеки в Україні.

3. Встановлено аналітичні залежності між енергетичними параметрами техногенної складової ПТС системи, чисельністю населення, кількістю цивільних потенційно небезпечних об'єктів і кількістю військових потенційно небезпечних об'єктів.

4. Розраховано енергії рознесених по регіонам України джерел небезпек, які обумовлені функціонуванням військових складів боеприпасів та підприємств з їх утилізації, енергії їх небезпечно впливу на стан життєдіяльності території України й енергетичні потужності держави для попередження надзвичайних ситуацій воєнного характеру, пов'язаних з пожежами та вибухами боеприпасів.

5. Представлений енергетичний підхід і отримані прогностичні результати являються основою для проведення подальших досліджень, спрямованих на розробку ефективної системи моніторингу та протидії надзвичайним ситуаціям техногенного характеру в Україні.

Список літератури

1. Черногор Л.Ф. Физика и экология катастроф / Л.Ф. Черногор – Х.: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2012. – 556 с.
2. 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.
3. 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.

4. Тютюник В.В. Основні принципи інтегральної системи безпеки при надзвичайних ситуаціях / В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2008. – Вип. 3(18). – С. 179 – 180.

5. 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.: НУЦЗУ, 2011. – Вип. 14. – С. 171 – 194.

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

7. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>

8. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2009 році. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 383 с.

9. Кибзун А.И. Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачами / А.И. Кибзун, Е.Р. Горяинова, А.В. Наумов, А.Н. Сиротин – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 224 с.

10. Аналітична доповідь центру Разумкова «Запаси боєприпасів, стрілецької зброї і легких озброєнь в Україні: ризики та виклики» // Національна безпека і оборона. – 2005. – № 2 (62). – С. 2 – 30.

11. Военный энциклопедический словарь / Пред. Гл. ред. комиссии Н.В. Огарков. – М.: Воениздат, 1984. – 863 с.

Надійшла до редколегії 21.10.2013

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

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННО-СОЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКЛАДОВ БОЕПРИПАСОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ИХ УТИЛИЗАЦИИ

В.Д. Калугин, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.И. Шевченко

В работе предложен подход для оценки уровня опасности природно-техногенно-социальной системы (ПТС системы) Украины на основе исследования энергии функционирования распределенных в пространстве источников опасностей – складов боеприпасов и предприятий по их утилизации. Данный подход является основой для оценки степени риска жизнедеятельности ПТС системы Украины и разработки эффективной комплексной системы предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Ключевые слова: склады боеприпасов, предприятия по утилизации боеприпасов, опасность жизнедеятельности, энергетический подход, критерии оценки степени опасности от чрезвычайных ситуаций, комплексная система предупреждения чрезвычайных ситуаций.

ENERGY APPROACH FOR RISK ASSESSMENT OF NATURAL AND SOCIAL TECHNOGENIC LIFE SYSTEM IN UKRAINE WITH THE REGIONAL DISTRIBUTION WAREHOUSE OF AMMUNITION AND ENTERPRISES FOR UTILIZATION OF AMMUNITION

V.D. Kalugin, V.V. Tiutiunik, L.F. Chernogor, R.I. Shevchenko

In this paper approach for an assessment of level of danger of natural and technogenic and social system (system NTS) Ukraine on the basis of research of energy of functioning of the sources of dangers distributed in space – warehouses of ammunition and the enterprises for their utilization is offered. This approach is a basis for an assessment of degree of risk of activity of NTS of system of Ukraine and development of effective complex system of the prevention of emergency situations of natural and technogenic character.

Keywords: warehouses of ammunition, the enterprises for utilization of ammunition, danger of activity, power approach, criteria of an assessment of degree of danger from emergency situations, complex system of the prevention of emergency situations.