

УДК 351.861

В.Д. Калугін<sup>1</sup>, В.В. Тютюник<sup>1</sup>, Л.Ф. Черногор<sup>2</sup>, Р.І. Шевченко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет цивільного захисту України, Харків

<sup>2</sup>Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків

## ОЦІНКА СУМАРНОГО ВПЛИВУ СКЛАДОВИХ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЗАГАЛЬНИЙ РІВЕНЬ НЕБЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

У роботі проведено оцінку сумарного рівня техногенної небезпеки природно-техногенно-соціальної системи (ПТС системи) України, як складової результатів функціонування об'єктів пожежної і хімічної небезпеки та військових складів озброєння. Результати аналізу загального рівня техногенної небезпеки регіонів України представлені в межах їх енергетичного рівня життєдіяльності, а саме – величини споживання регіонами енергії техногенного походження, яка є сумою електроенергії і енергії всіх видів палив. Даний підхід є основою для оцінки ступеню ризику життєдіяльності та розробки комплексної ефективної системи моніторингу, запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

**Ключові слова:** техногенна небезпека, складові техногенного навантаження, енергетичний підхід, небезпека життєдіяльності, надзвичайна ситуація, комплексна система запобігання надзвичайним ситуаціям.

### Вступ

**Обґрунтування проблеми.** Сучасні умови життєдіяльності природно-техногенно-соціальної системи (ПТС системи) та функціонування різного роду техногенних потенційно небезпечних об'єктів призводить до виникнення різного роду техногенних небезпек, які поодиночі або сумарно призводять в деяких регіонах ПТС системи до часткового або повного знищення природно-екологічного, економіко-технічного та соціально-політичного балансів [1, 2].

В зв'язку з цим виникає необхідність розробки ефективних заходів щодо забезпечення раннього моніторингу, запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) техногенного походження [3].

Реалізація такого підходу неможлива без про-

ведення наукових досліджень, спрямованих на вивчення процесів зародження попередніх чинників техногенних небезпек, їх розвитку до рівня катастроф, розповсюдження цих катастроф і їх взаємного впливу (взаємній генерації) в умовах існування природно-техногенних, техногенно-техногенних і техногенно-природних взаємозв'язків, а також дослідження взаємного вкладу окремих небезпек у загальний рівень небезпеки життєдіяльності.

**Аналіз останніх досліджень.** Відомі в науковій літературі [4 – 6] методи оцінки рівня небезпеки функціонування природно-техногенно-соціальної системи ґрунтуються на ймовірностно-статистичному або експертному аналізах прояву окремих складових небезпек.

З іншого боку, існуюча природна нелінійність в процесах функціонування ПТС системи [7 – 9] вка-

зує на необхідність розгляду можливостей прояву ефектів синергізму при оцінці загального рівня техногенного навантаження на умови життєдіяльності ПТС системи.

Першим наближенням при дослідженні ефектів нелінійності при оцінці загального рівня техногенного навантаження на умови життєдіяльності ПТС системи є оцінка адитивного вкладів складових техногенного навантаження у загальний рівень небезпеки.

Так, у роботі [10] досліджені особливості адитивних проявів небезпек від техногенних об'єктів на території Кабардино-Балкарської республіки.

Загрози прояву цих ефектів в Україні потребує проведення досліджень сумарного впливу складових техногенного навантаження на загальний рівень небезпеки життєдіяльності території України, що склало мету даної роботи.

Постановка задачі та її розв'язання. Метою цієї роботи є розвиток уявлень про оцінку стану небезпеки природно-техногенно-соціальної системи України на основі дослідження сумарного впливу від рознесених у просторі та часі джерел небезпеки техногенного походження, які обумовлені функціонуванням різного роду потенційно небезпечних об'єктів.

## Основний розділ

Оскільки умови нормального функціонування ПТС системи визначаються балансом енергій природного та техногенного походження, яка необхідна для забезпечення процесів життєдіяльності на всіх життєвих рівнях системи [11, 12], тому, для оцінки ступеню небезпеки життєдіяльності ПТС системи в умовах функціонування на її території потенційно небезпечних об'єктів, в роботі пропонується використовувати інтегральний – енергетичний показник життєдіяльності в умовах НС.

Узагальнена схема використання енергії техногенного походження в процесі життєдіяльності ПТС системи представлена на рис. 1.

Бачимо, що енергія техногенного походження ( $E^T$ ) являється похідною енергії природного походження, як результат діяльності техногенного середовища. Отримана таким чином енергія  $E^T$  витрачається на забезпечення життєдіяльності соціального та функціонування техногенного середовищ. Позитивний взаємозв'язок між соціальним і техногенним середовищами спрямований на забезпечення соціумів соціального середовища та функціонування технічних складових техногенного середовища у режимі повсякденного функціонування ПТС системи.

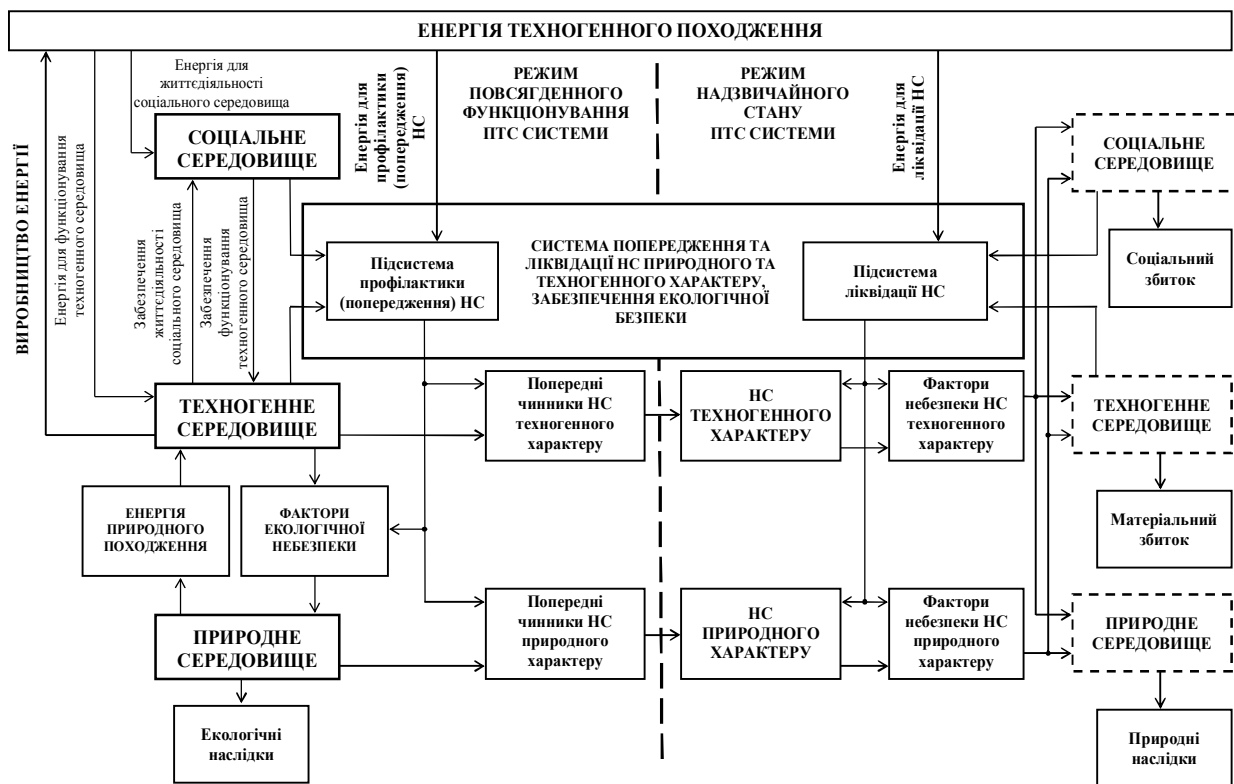


Рис. 1. Схема перетворень енергії техногенного походження у процесі функціонування ПТС системи

Крім цього, з схеми рис. 1 бачимо, що в режимі повсякденного функціонування існує зворотній зв'язок

між техногенним і природним середовищами, у вигляді екологічної напруги на природне середовище.

У режимі повсякденного функціонування ПТС системи виявляються умови виникнення попередніх чинників небезпек та їх розвитку до рівня НС техногенного та навіть природного характеру. Виникнення різного роду НС сприяє переходу ПТС системи з режиму повсякденного функціонування у режим надзвичайного стану. При переході ПТС системи у режим надзвичайного стану виникає зворотній зв'язок між виниклими НС і станом ПТС системи у вигляді факторів небезпеки, які негативно впливають на природне, техногенне та соціальне середовища.

Результатом такого негативного впливу являється дестабілізація життєвих процесів, які мають місце у природному, техногенному та природному середовищах, що призводить до появи природних наслідків, матеріального та соціального (нематеріального) збитків.

Техногенне середовище представляє особливий інтерес, бо об'єднує різного роду потенційно небезпечні об'єкти, діяльність яких спрямована як на отримання енергії техногенного походження, так і інших продуктів техногенного виробництва, без яких неможлива в сучасних умовах життєдіяльність соціумів.

Таким чином, у процесі функціонування ПТС системи формується замкнутий цикл від отримання до споживання  $E^T$ , у результаті якого виникає генерація різного роду небезпек.

З метою запобігання виникненню НС різної природи, а також зменшення енергії їх негативного впливу на функціонування ПТС системи, суспільство 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.

Таким чином, підтверджується енергетичний взаємозв'язок між виникненням і негативним проявом НС та ефективністю системи безпеки, яка об'єднує підсистему профілактики (попередження) і підсистему ліквідації НС (рис. 1).

Розгляд сумарного впливу складових техногенного навантаження на загальний рівень безпеки життєдіяльності ПТС системи України проведено на основі аналізу залежностей  $\bar{E}^T - K_{\text{ПНО}_\Sigma} - K_{\text{НС}_\Sigma}$ , які відповідають внутрішньому взаємозв'язку між собою, де позначено:

( $\bar{E}^T = E^T/365$  – рівень споживання за добу енергії техногенного походження;

$K_{\text{ПНО}_\Sigma}$  – сумарна кількість потенційно небезпечних об'єктів;

$K_{\text{НС}_\Sigma}$  – сумарна кількість НС техногенного походження).

У якості енергії техногенного походження  $\bar{E}^T$ , яка позиціює в якості інтегрального показнику рівня безпеки життєдіяльності, розглянуто енергію, яка являється сумою електроенергії та енергії усіх видів палив, що споживаються в процесах функціонування регіонів держави [13].

Цей підхід умовно розділено на два етапи, які схематично представлені на рис. 2.

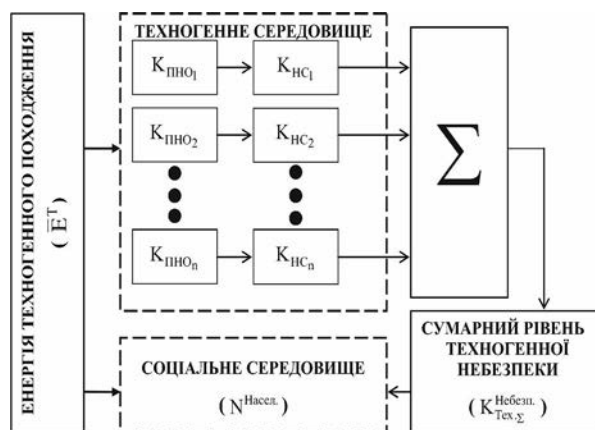


Рис. 2. Схема сумарного впливу складових техногенного навантаження на загальний рівень безпеки життєдіяльності ПТС системи

На першому етапі аналізу  $\bar{E}^T - K_{\text{ПНО}_\Sigma} - K_{\text{НС}_\Sigma}$  залежностей розглядався вплив  $K_{\text{ПНО}_\Sigma}$  на рівень техногенної небезпеки.

Результати такого аналізу по регіонах України представлено на рис. 3 та 4.

Так, на рис. 3 представлені результати  $E^T - K_{\text{ПНО}_\Sigma}$  аналізу регіонів України. Доданками сумарної кількості потенційно небезпечних об'єктів являються небезпечні пожежні об'єкти, небезпечні хімічні об'єкти та потенційно небезпечні військові об'єкти (склади боєприпасів і підприємства з їх утилізації).

Результатом аналізу сумарного рівня безпеки являється апроксимація зміни  $\bar{E}^T - K_{\text{ПНО}_\Sigma}$  показників по регіонах України.

Дана апроксимаційна модель реалізована на інтервалі  $\bar{E}^T = 80 - 3700$  ТДж показниковою функцією у вигляді:

$$K_{\text{ПНО}_\Sigma} = 71,16(\bar{E}^T)^{0,33}, \quad (1)$$

де  $\bar{E}^T$  – в ТДж;

$K_{\text{ПНО}_\Sigma}$  – в одиницях об'єктів.

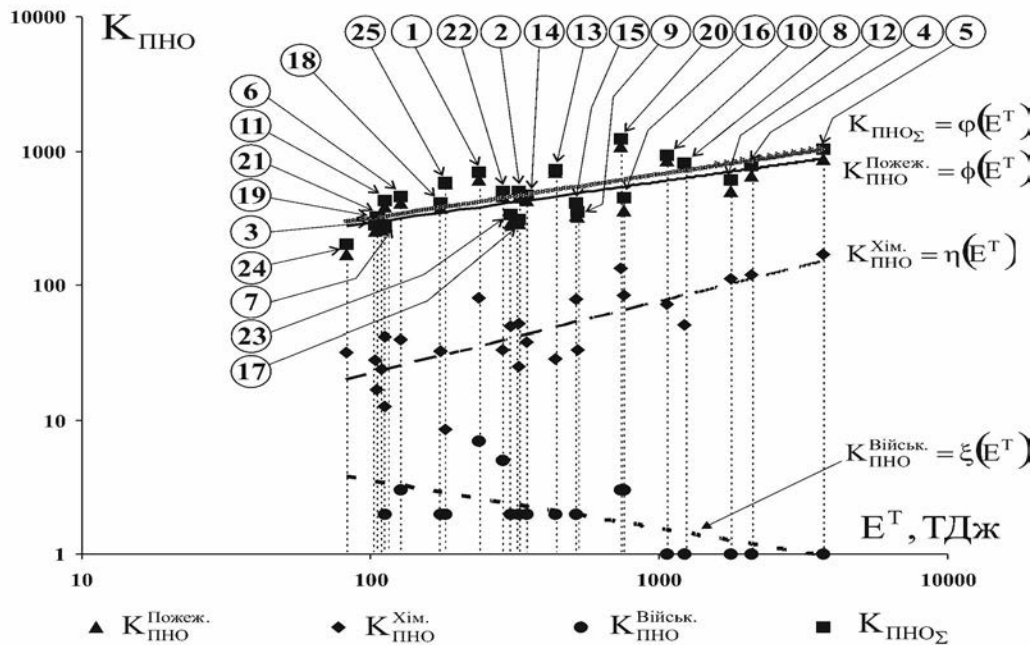


Рис. 3. Графічні залежності між середньодобовою енергією техногенного походження ( $\bar{E}^T$ ), кількістю потенційно небезпечних об'єктів ( $K_{\text{ПНО}}$ ) різного функціонального призначення ( $K_{\text{ПНО}}^{\text{Пожеж.}}$  – небезпечні пожежні об'єкти;  $K_{\text{ПНО}}^{\text{Хім.}}$  – небезпечні хімічні об'єкти;  $K_{\text{ПНО}}^{\text{Військ.}}$  – потенційно небезпечні військові об'єкти) та їх сумарною кількістю ( $K_{\text{ПНО}\Sigma}$ ) в регіонах України:

- 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.

Достовірність апроксимації залежності  $K_{\text{ПНО}\Sigma} = \varphi(\bar{E}^{\text{Тех.}})$  регресійним рівнянням (1) визначена через коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) [14], який визначає частку розкиду, що враховується регресією  $\hat{K}_{\text{НС}\Sigma}$ , у загальному розкиді результативної ознаки  $K_{\text{ПНО}\Sigma_i}$ , як:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{K}_{\text{ПНО}\Sigma_i} - K_{\text{ПНО}\Sigma}^*)^2}{\sum_{i=1}^n (K_{\text{ПНО}\Sigma_i} - K_{\text{ПНО}\Sigma}^*)^2}, \quad (2)$$

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

Таким чином, значення коефіцієнту детермінації для лінії тренду залежності  $K_{\text{ПНО}\Sigma} = \varphi(\bar{E}^{\text{Тех.}})$  на рис. 3 дорівнює  $R^2 \approx 0,56$ .

Рівень небезпеки життєдіяльності в умовах функціонування потенційно небезпечних об'єктів ви-

значимо за сумарну кількість потенційно небезпечних об'єктів на душу населення:

$$K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} = \frac{K_{\text{ПНО}\Sigma}}{N^{\text{Насел.}}} = \zeta(\bar{E}^T), \quad (3)$$

де  $N^{\text{Насел.}}$  – чисельність населення.

Результати цього аналізу представлено графічною залежністю на рис. 4.

Апроксимація лінії тренду залежності  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} = \zeta(\bar{E}^T)$  на рис. 4 реалізована на інтервалі  $\bar{E}^T = 80 - 3700$  ТДж показниковою функцією у вигляді:

$$K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} = 4 \cdot 10^{-4} (\bar{E}^T)^{0,04}, \quad (4)$$

де  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}}$  – в одиницях об'єктів на душу населення.

Достовірність апроксимації залежності  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} = \zeta(\bar{E}^T)$  регресійним рівнянням (4) визначена через розрахунок коефіцієнту  $R^2$ , відповідно до виразу (2). Значення коефіцієнту детермінації дорівнює  $R^2 \approx 0,03$ .

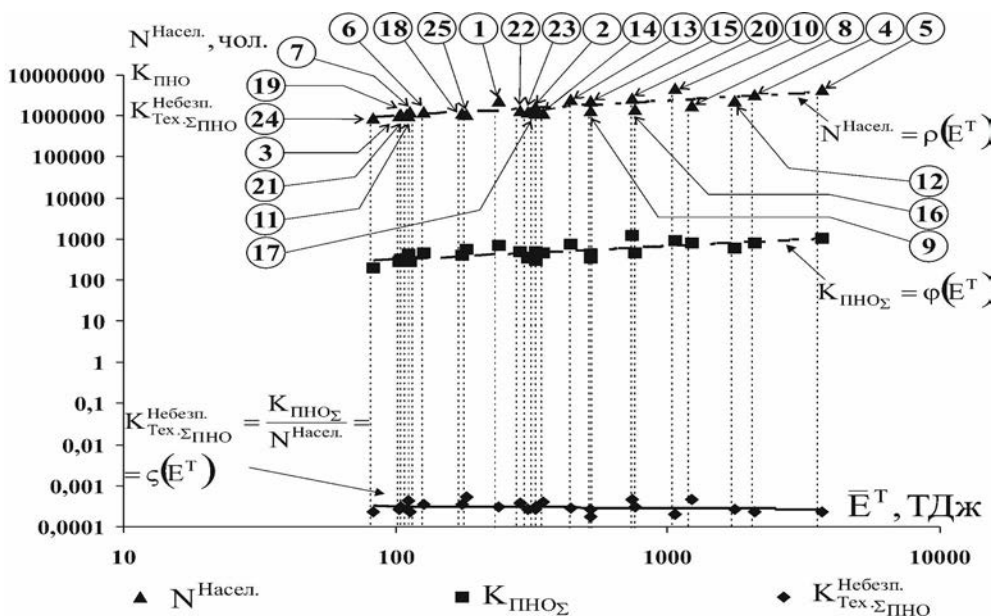


Рис. 4. Графічні залежності між середньодобовою енергією техногенного походження ( $E^T$ ), чисельністю населення ( $N^{\text{Насел.}}$ ), сумарною кількістю потенційно небезпечних об'єктів ( $K_{\text{ПНО}\Sigma}$ ) та показником техногенної безпеки за адитивною кількістю потенційно небезпечних об'єктів на душу населення ( $K_{\text{Небезп. Тех.}\Sigma\text{ПНО}}$ ) в регіонах України (нумерація областей наведена в алфавітному порядку і відповідає рис. 3)

На другому етапі аналізу  $E^T - K_{\text{ПНО}\Sigma} - K_{\text{НС}}$  взаємозв'язку, розглядався вплив  $K_{\text{НС}}$  на рівень техногенної безпеки.

Результати такого аналізу по регіонам України представлено на рис. 5 та 6.

Так, на рис. 5 представлені результати  $E^T - K_{\text{НС}}$  аналізу регіонів України. Доданками сумарної кількості НС являються пожежі, НС хімічного походження, вибухи боєприпасів та інші НС техногенного походження.

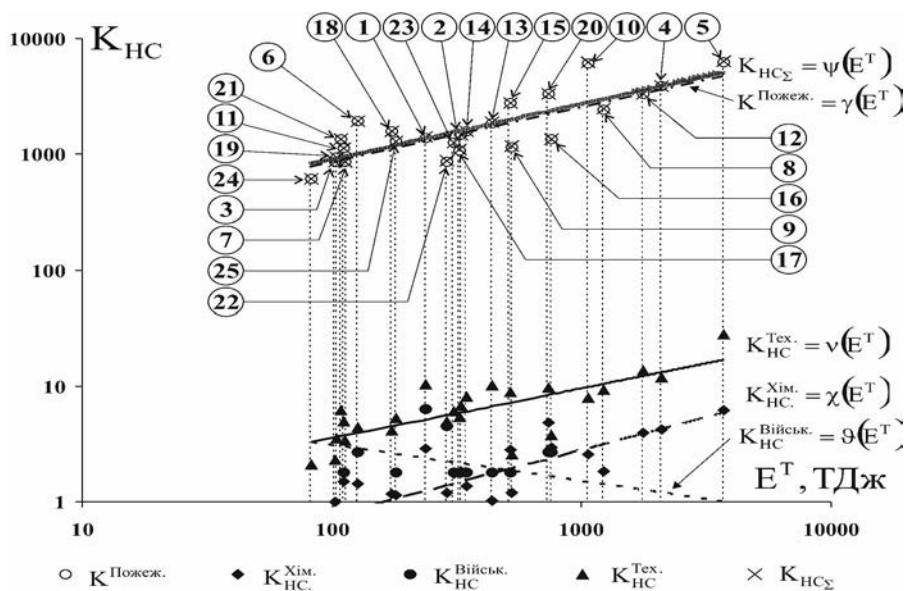


Рис. 5. Графічні залежності між середньодобовою енергією техногенного походження ( $E^T$ ), кількістю надзвичайних ситуацій ( $K_{\text{НС}}$ ) різного походження ( $K_{\text{Пожеж.}}$  – пожежі;  $K_{\text{Хім.НС}}$  – надзвичайні ситуації хімічного походження;  $K_{\text{Військ.НС}}$  – вибухи боєприпасів;  $K_{\text{Тех.НС}}$  – надзвичайні ситуації техногенного походження) та їх сумарною кількістю ( $K_{\text{НС}\Sigma}$ ) в регіонах України (нумерація областей наведена в алфавітному порядку і відповідає рис. 3)

Результатом аналізу сумарного рівня небезпеки являється апроксимація зміни  $\bar{E}^T - K_{НС\Sigma}$  показників по регіонам України. Дана апроксимаційна модель реалізована на інтервалі  $\bar{E}^T = 80 - 3700$  ТДж показниковою функцією у вигляді:

$$K_{НС\Sigma} = 100,40(\bar{E}^T)^{0,48}, \quad (5)$$

де  $K_{НС\Sigma}$  – в одиницях НС.

Достовірність апроксимації залежності  $K_{НС\Sigma} = \psi(\bar{E}^T)$  регресійним рівнянням (5) визначена через розрахунок коефіцієнту  $R^2$ , відповідно до виразу (2). Значення коефіцієнту детермінації дорівнює  $R^2 \approx 0,69$ .

Рівень небезпеки життєдіяльності в умовах НС

техногенного походження визначимо за сумарною кількістю НС на душу населення:

$$K_{Тех.\Sigma НС}^{Небезп.} = \frac{K_{НС\Sigma}}{N^{Насел.}} = \lambda(E^T). \quad (6)$$

Результати цього аналізу представлено графічною залежністю на рис. 6.

Апроксимація лінії тренду залежності  $K_{Тех.\Sigma НС}^{Небезп.} = \lambda(E^T)$  на рис. 6 реалізована на інтервалі  $\bar{E}^T = 80 - 3700$  ТДж показниковою функцією у вигляді:

$$K_{Тех.\Sigma НС}^{Небезп.} = 5 \cdot 10^{-4} (\bar{E}^T)^{0,11}, \quad (7)$$

де  $K_{Тех.\Sigma НС}^{Небезп.}$  – в одиницях НС на душу населення.

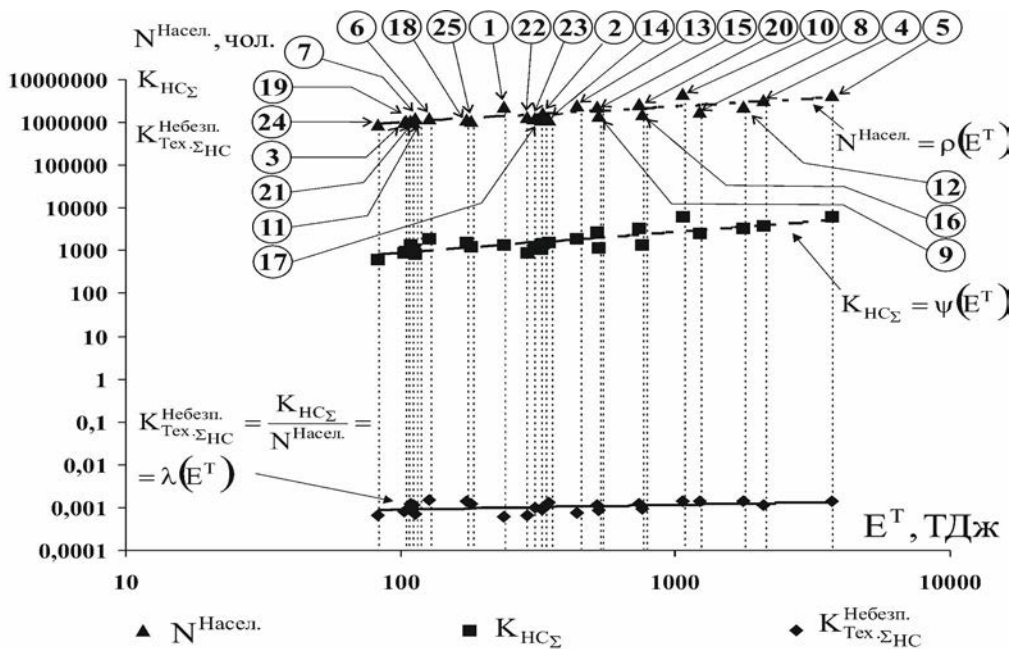


Рис. 6. Графічні залежності між середньодобовою енергією техногенного походження ( $\bar{E}^T$ ), чисельністю населення ( $N^{Насел.}$ ), сумарною кількістю надзвичайних ситуацій ( $K_{НС\Sigma}$ ) та показником техногенної небезпеки за сумарною кількістю надзвичайних ситуацій на душу населення ( $K_{Тех.\Sigma НС}^{Небезп.}$ ) в регіонах України (нумерація областей наведена в алфавітному порядку і відповідає рис. 3)

Отримані у роботі регресійні залежності динаміки показників  $K_{Тех.\Sigma ПНО}^{Небезп.}$  та  $K_{Тех.\Sigma НС}^{Небезп.}$  характеризуються, як видно на рис. 7, протилежними властивостями за умов збільшення споживання регіонами України енергії техногенного походження. Так, для регіонів з відносно високим рівнем споживання енергії  $\bar{E}^T$  спостерігається зменшення показника  $K_{Тех.\Sigma ПНО}^{Небезп.}$  та навпаки збільшення показника  $K_{Тех.\Sigma НС}^{Небезп.}$  відносно їх загальнодержавних середньос-

татичних рівнів:  $\bar{K}_{Тех.\Sigma ПНО}^{Небезп.} \approx 3,08 \cdot 10^{-4}$  та  $\bar{K}_{Тех.\Sigma НС}^{Небезп.} \approx 1,06 \cdot 10^{-3}$ . Такими регіонами являються: Луганська ( $\bar{E}^T \approx 1762$  ТДж;  $K_{Тех.\Sigma ПНО}^{Небезп.} \approx 2,67 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{Тех.\Sigma НС}^{Небезп.} \approx 1,46 \cdot 10^{-3}$ ), Дніпропетровська ( $\bar{E}^T \approx 2095$  ТДж;  $K_{Тех.\Sigma ПНО}^{Небезп.} \approx 2,32 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{Тех.\Sigma НС}^{Небезп.} \approx 1,16 \cdot 10^{-3}$ ) та Донецька ( $\bar{E}^T \approx 3695$  ТДж;  $K_{Тех.\Sigma ПНО}^{Небезп.} \approx 2,37 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{Тех.\Sigma НС}^{Небезп.} \approx 1,43 \cdot 10^{-3}$ ) області.

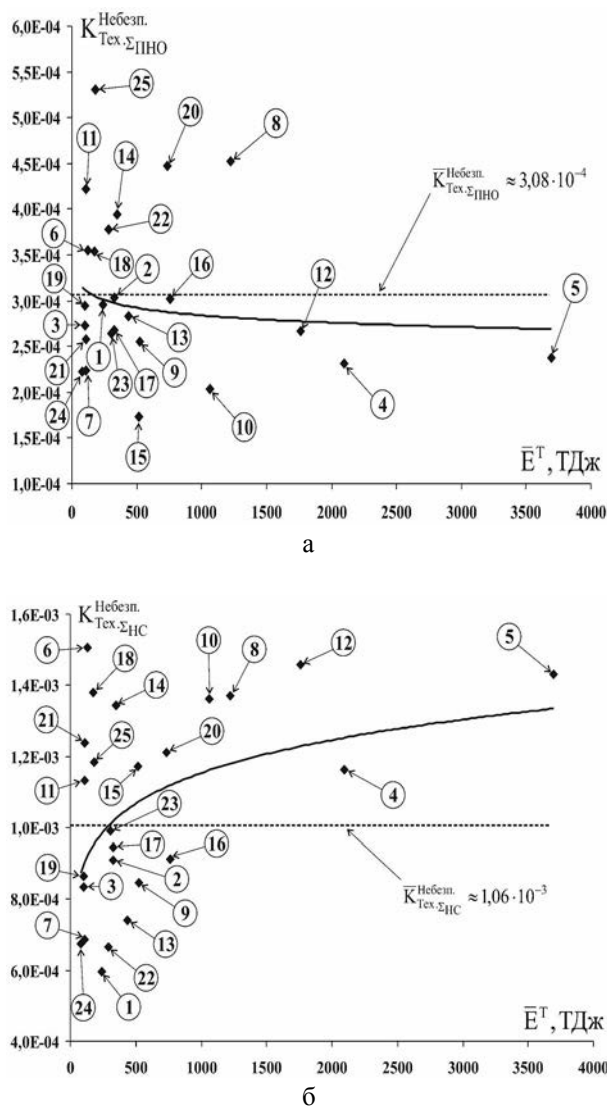


Рис. 7. Графічні залежності між середньодобовою енергією техногенного походження ( $\bar{E}^T$ ) та: а – показником техногенної небезпеки за сумарною кількістю потенційно небезпечних об’єктів на душу населення ( $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}}$ ); б – показником техногенної небезпеки за сумарною кількістю надзвичайних ситуацій на душу населення ( $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}}$ ) в регіонах України (нумерація областей наведена в алфавітному порядку і відповідає рис. 3)

Це, на наш погляд, може бути обумовлено: поперше, непропорційним зростанням у цих регіонах чисельності населення та кількості потенційно небезпечних об’єктів  $\left(\frac{dN_{\text{Насел.}}}{d\bar{E}^T} > \frac{dK_{\text{ПНО}\Sigma}}{d\bar{E}^T}\right)$ ; по-друге, перевищенням кількості НС техногенного походження, які виникли за суб’єктивними причинами (в особливості пожежі, кількість яких на два – три порядки перевищує інші НС техногенного походження в Україні (рис. 5), над кількістю НС техногенного походження, які виникли за іншими причинами; по-третє, нерівномірною по регіонам України ефектив-

ністю функціонування комплексної системи попередження і ліквідації НС природного та техногенного характерів, умови функціонування якої представлено на рис. 1.

Об’єднання показників  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}}$  і  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}}$  у одній графічній залежності в умовах споживання регіонами України різного об’єму енергії  $\bar{E}^T$  дозволило диференціювати регіони на три рівня техногенного навантаження, а саме: зона низького техногенного навантаження; зона підвищеного техногенного навантаження та зона критичного техногенного навантаження. Результати даного аналізу представлені на рис. 8.

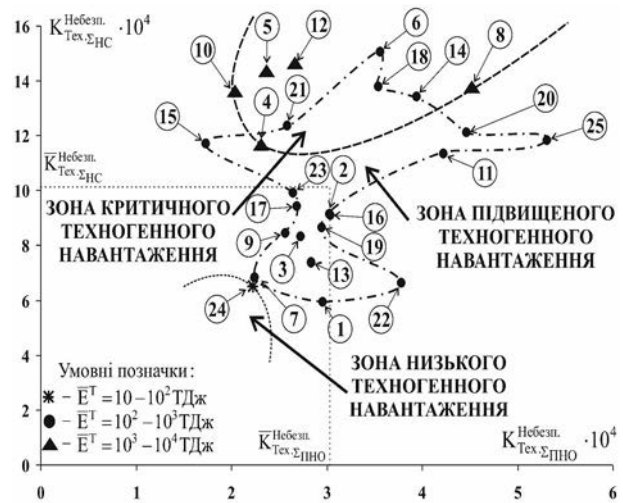


Рис. 8. Графічні залежності між показником техногенної небезпеки за сумарною кількістю потенційно небезпечних об’єктів на душу населення ( $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}}$ ) та показником техногенної небезпеки за сумарною кількістю надзвичайних ситуацій на душу населення ( $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}}$ ) в умовах споживання регіонами України (нумерація областей наведена в алфавітному порядку і відповідає рис. 3) середньодобової енергії техногенного походження ( $\bar{E}^T$ )

Обговорення. Результати рис. 8 потребують додаткового обговорення.

Представлений результат зонального розподілу регіонів України за рівнем сумарного техногенного навантаження дозволяє констатувати, що: 1) основна кількість регіонів (19 із 25 областей) знаходиться у середній зоні – зоні підвищеного техногенного навантаження, що допускає висловити думку про існування майже рівномірного розподілу техногенного навантаження по території держави; 2) п’ять регіонів опинились у зоні так названої зони критичної небезпеки; 3) один регіон – у зоні низького техногенного навантаження.

Встановлена диференціація регіонів за питомою енергією вказує на те, що в державі існують регіони, які за техногенно-соціальними показниками

життєдіяльності, а відповідно й станом техногенної небезпеки, не підпадають під регіони з середньо статичними показниками життєдіяльності, що підтверджує необхідність створення системи безпеки з рознесеними по території України показниками ефективності за функціями попередження та ліквідації НС техногенного характеру. Встановлено факт накладення зон підвищеного та критичного техногенного навантаження, який потребує додаткового аналітичного розгляду, особливо – за специфікою умов формування явищ, що спостерігаються.

Так, в Україні існують регіони, які з середнім рівнем енергоспоживання ( $\bar{E}^T = 10^2 - 10^3$  ТДж), за показниками  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}}$  і  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}}$  знаходять на рівні регіонів, які потрапили у зону критичного техногенного навантаження. До таких регіонів відносяться Житомирська ( $\bar{E}^T \approx 127$  ТДж;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 3,56 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 15,07 \cdot 10^{-4}$ ), Миколаївська ( $\bar{E}^T \approx 347$  ТДж;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 3,94 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 13,43 \cdot 10^{-4}$ ), Сумська ( $\bar{E}^T \approx 175$  ТДж;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 3,53 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 13,79 \cdot 10^{-4}$ ) та Херсонська ( $\bar{E}^T \approx 109$  ТДж;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 2,58 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 12,37 \cdot 10^{-4}$ ) області. У цих регіонах на душу населення приходиться приблизно  $3 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-4}$  потенційно небезпечних об'єкта та сумарний рівень техногенної небезпеки становить приблизно  $13 \cdot 10^{-4} - 15 \cdot 10^{-4}$  НС техногенного походження на одного мешканця за рік, що відповідає рівню небезпеки високо енергоємним регіонам ( $\bar{E}^T = 10^3 - 10^4$  ТДж), таким як: Донецька ( $\bar{E}^T \approx 3695$  ТДж;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 2,37 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 14,31 \cdot 10^{-4}$ ), Запорізька ( $\bar{E}^T \approx 1224$  ТДж;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 4,52 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 13,70 \cdot 10^{-4}$ ), Київська ( $\bar{E}^T \approx 1061$  ТДж;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 2,04 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 13,61 \cdot 10^{-4}$ ) та Луганська ( $\bar{E}^T \approx 1762$  ТДж;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 2,67 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 14,57 \cdot 10^{-4}$ ) області.

Окрім розглянутих регіонів у зоні підвищеного техногенного навантаження специфічні властивості також притаманні Кіровоградській, Одеській, Харківській та Чернігівській областям.

Так, Одеська область ( $\bar{E}^T \approx 518$  ТДж) характеризується тим, що при незначному показнику  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 1,73 \cdot 10^{-4}$ , рівень техногенної небезпеки ( $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 11,73 \cdot 10^{-4}$ ) відповідає рівню небезпеки

життєдіяльності Дніпропетровської області ( $\bar{E}^T \approx 2095$  ТДж;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 2,32 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 11,63 \cdot 10^{-4}$ ), яка відноситься до зони критичного навантаження. З іншого боку, не виключена можливість розгляду аналогічної специфічності знаходження Дніпропетровської області у зоні критичного навантаження.

Кіровоградській, Харківській та Чернігівській областям характерні значні показники  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 4,23 \cdot 10^{-4} - 5,31 \cdot 10^{-4}$  та знаходження показника техногенної небезпеки за сумарною кількістю надзвичайних ситуацій на душу ( $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 11,33 \cdot 10^{-4} - 12,10 \cdot 10^{-4}$ ) населення на рівні Дніпропетровської області.

Зону низького техногенного навантаження характеризує Чернівецька область, з відповідними показниками сумарного техногенного навантаження –  $\bar{E}^T \approx 83$  ТДж;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 2,23 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 6,75 \cdot 10^{-4}$ .

Загальнодержавний середньо статичний рівень техногенного навантаження ( $\bar{K}_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}} \approx 3,08 \cdot 10^{-4}$ ;  $\bar{K}_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}} \approx 1,06 \cdot 10^{-3}$ ) знаходиться у зоні підвищеної техногенної небезпеки.

У підсумку необхідно зазначити, що представлена у роботі методологія оцінки сумарного рівня техногенної небезпеки є основою для розробки синергетичного підходу для оцінки кількісно-енергетичного рівня небезпеки життєдіяльності території України в умовах прояву НС природного та техногенного характеру та розробки комплексної схеми заходів для забезпечення раннього моніторингу, прогностичного аналізу, ефективного запобігання та ліквідації небезпек різної природи в державі [15].

## Висновки

1. У роботі обґрунтована ефективність енергетичного підходу для оцінки сумарного рівня небезпеки життєдіяльності території України в умовах функціонування потенційно небезпечних об'єктів та виникнення, внаслідок їх функціонування, надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

2. На основі розгляду енергетичних параметрів ( $\bar{E}^T$ ) стану природно-техногенно-соціальної системи у процесах життєдіяльності населення та функціонування потенційно небезпечних об'єктів ( $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{ПНО}}^{\text{Небезп.}}$ ) та їх негативного впливу на соціальне середовище ( $K_{\text{Тех.}\Sigma\text{НС}}^{\text{Небезп.}}$ ) розроблено системний підхід і принцип територіальної оцінки рівня небезпеки в Україні в умовах прояву сумарності між кількісними показниками прояву її складових.



3. Отримані регресійні залежності прояву сумарності між характерними для території України показниками: середньодобовою енергією техногенного походження, кількістю проживаючого населення, кількістю потенційно небезпечних об'єктів різної природи та кількістю виникнення НС техногенного характеру.

4. Представлений енергетичний підхід для оцінки сумарного рівня небезпеки життєдіяльності держави й отримані нові аналітичні залежності є основою для проведення подальших досліджень, спрямованих на розробку ефективної системи моніторингу та протидії надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру в Україні.

### Список літератури

1. Черногор Л.Ф. Физика и экология катастроф / Л.Ф. Черногор – Х.: ХНУ, 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. Питулько В.М. Научное обеспечение управления риском аварий и катастроф / В.М. Питулько // Инженерная экология. – 1996. – № 3. – С. 36-44.
5. Гражданкин А.И. Использование вероятностных оценок при анализе безопасности опасных производственных объектов / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 2. – С. 12-20.
6. Кондратьев В.Д. Комплексная оценка уровня риска опасного объекта / В.Д. Кондратьев, А.В. Толстых, Б.К. Уандыков, А.В. Щепкин // Системы управления и информац. технологий. – 2004. – № 3(15). – С. 53-57.
7. Хакен Г. Синергетика / Г. Хакен. – М.: Изд. «Мир», 1980. – 414 с.
8. Черногор Л.Ф. Естествознание. Интегрирующий курс / Л.Ф. Черногор – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2007. – 536 с.
9. Бабурин В.Л. Пространство циклов: Мир – Россия – регион / Под ред. В.Л. Бабурина, П.А. Чистякова. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 320 с.
10. Шагин С.И. Географические аспекты оценки природно-техногенной опасности территории Кабардино-Балкарской республики / С.И. Шагин // Диссер. ... канд. географических наук. – Нальчик: Государственное учреждение «Высокогорный геофизический институт» Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2005. – 223 с.
11. Тютюник В.В. Системный подход 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.
12. 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.
13. Паливно-енергетичні ресурси України: Статистичний збірник. – К.: Державний комітет статистики України, 2009 – 443 с.
14. 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.
15. Тютюник В.В. Основні принципи інтегральної системи безпеки при надзвичайних ситуаціях / В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2008. – Вип. 3(18). – С. 179-180.

Надійшла до редколегії 22.10.2013

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

### ОЦЕНКА СУММАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОБЩИЙ УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ

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

В работе проведена оценка суммарного уровня техногенной опасности природно-техногенно-социальной системы Украины, как составляющей результатов функционирования объектов пожарной и химической опасности, а также военных складов вооружения. Результаты анализа общего уровня техногенной опасности регионов Украины представлены в области их энергетического уровня жизнедеятельности, а именно – величины потребления регионами энергии техногенного происхождения, которая является суммой электрической энергии и энергии всех видов топлив. Данный подход является основой для оценки степени риска жизнедеятельности и разработки комплексной эффективной системы мониторинга, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

**Ключевые слова:** техногенная опасность, составляющие техногенной нагрузки, энергетический подход, опасность жизнедеятельности, чрезвычайная ситуация, комплексная система предупреждения чрезвычайных ситуаций

### ESTIMATE OF THE TOTAL EXPOSURE OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE OVERALL LEVEL OF RISK LIFE IN UKRAINE

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

In this paper the assessment level technogenic hazards of natural and technogenic and social system of Ukraine, as part of the results of the operation of objects of fire and chemical hazards, as well as military depots of arms is pursue researched. The results of the assessment level of technogenic hazards regions analysis in Ukraine are presented in their energy level of life – namely, the amount of energy consumption regions of anthropogenic origin, which is the amount of electric power and energy of all types of fuels. This approach is the basis for risk assessment and the development of complex life of an effective system of monitoring, prevention and liquidation of emergency situations of natural and technogenic disasters.

**Keywords:** man-made hazards that make development pressure, energy approach, the danger of life, emergency, comprehensive system of disaster prevention.