

УДК 502, 55:19

А.М. Полежаєв

Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого, Харків

## ОБГРУНТУВАННЯ ДОПУСТИМОГО РІВНЯ НЕБЕЗПЕКИ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТЕРИТОРИАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

*Розглядається питання оптимального розподілу ресурсів держави на основі обґрунтування допустимого рівня небезпеки територіальних елементів з урахуванням їх техногенного навантаження. В основу методичного підходу покладено поняття ризику. Техногенне навантаження пропонується визначати як питома навантаження ризиком територіального елемента. В якості гранично допустимої величини ризику на загальнодержавному рівні вибрано можливість держави щодо виділення ресурсів на локалізацію та ліквідацію наслідків можливих надзвичайних ситуацій. Корекцію можливих величин допустимих рівней небезпеки пропонується здійснювати з урахуванням питомого навантаження ризиком територіальних елементів та гранично допустимих величин показників небезпеки, які визначається сучасними технічними можливостями і економічної доцільністю.*

**Ключові слова:** ризик, надзвичайна ситуація, техногенне навантаження, оптимальний розподіл.

### Вступ

В умовах постійного розвитку і ускладнення техногенного середовища мешкання людини наряду з підвищенням комфорту життя виникають нові небезпеки, реалізація яких може викликати надзвичайну ситуацію (НС). При цьому проглядається певна тенденція: тяжкість наслідків НС з розвитком техногенного середовища постійно зростає. Надзвичайні ситуації виникають внаслідок аварій та катастроф на потенційно-небезпечних об'єктах (ПНО). Визнання наслідків аварій та катастроф як НС здійснюється на основі [1, 4]. В цих умовах надзвичайну актуальність набувають заходи запобігання виникненню НС техногенного характеру. Експерти затверджують, що витрати на локалізацію і ліквідацію наслідків НС у десять-п'ятнадцять разів перевищують витрати на її запобігання [8]. Але певні заходи запобігання потребують певних витрат різного виду ресурсів. В умовах обмеження обсягу ресурсів в державі виникає необхідність наукового обґрунтування оптимального розподілу ресурсів запобігання НС техногенного характеру проміж територіальними елементами держави (регіонами).

Аналіз техногенного навантаження територіальних елементів (регіонів) держави щодо кількості ПНО на їх території та категорій їх небезпеки показує дуже різний рівень цього навантаження. Це призводить до того, що ймовірність виникнення НС техногенного характеру для різних територіальних елементів різна, що во власну чергу потребує різні обсяги ресурсів для запобігання виникненню НС.

Запобігання виникненню НС може здійснюватися обґрунтуванням допустимого рівня небезпеки ПНО різних територіальних елементів (допустимої ймовірності виникнення НС техногенного характеру внаслідок аварії чи катастрофи) з подальшим зниженням існуючого рівня небезпеки з урахуванням обмеження ресурсів. Однак необхідно враховувати,

що зниження рівня небезпеки ПНО можливо тільки до певної межі, яка визначається технічними можливостями і економічної доцільністю.

Для обґрунтування допустимого рівня небезпеки ПНО та територіального елемента пропонується використовувати поняття ризику. Згідно ДСТУ 2293-99 «ризик» – це ймовірність заподіяння шкоди з урахуванням її важкості. Кількісним показником шкоди може бути математичне сподівання збитків, нанесених при виникненні НС.

$$R=P \cdot D,$$

де  $P$  – ймовірність виникнення НС;  $D$  – розмір збитків, нанесених при виникненні НС.

Згідно [5] показниками для визнання наслідків аварії (катастрофи) надзвичайною ситуацією є територіальне поширення наслідків, кількість людських втрат, кількість населення, умови життя якого погіршилося, розмір заподіяних збитків. В даній статті розглядається тільки один з параметрів – розмір заподіяних збитків. В якості обсягу ресурсів, який має держава для локалізації і ліквідації наслідків можливих НС (максимальний ризик, який собі може дозволити держава при існуючому стану економіки) пропонується використовувати обсяг бюджетних коштів, що виділені для цього.

В основу методичного підходу обґрунтування допустимої величини небезпеки ПНО різних територіальних елементів пропонується принцип максимально можливого порівняння ризиків цих елементів.

**Постановка задачі.** Для потенційно-небезпечних об'єктів сукупності:

$\bar{U} = \{ U_{ijf} \}$ ,  $i = 1, \dots, N$ ;  $j = 1, \dots, M_i$ ;  $f = 1, \dots, \Psi_{ij}$ , де  $N$  – кількість регіонів у державі;  $M_i$  – кількість районів у  $i$ -му регіоні;  $\Psi_{ij}$  – кількість ПНО у  $j$ -му районі  $i$ -го регіону, кожен з яких характеризується величиною можливих наслідків

$$d_{ijf}, \quad i=1, \dots, N; \quad j=1, \dots, M_i; \quad f=1, \dots, \Psi_{ij};$$

обґрунтувати допустиму величину небезпеки (ймовірності виникнення аварії, яка може викликати НС

загальнодержавного рівня)

$$P_{ijf\text{доп.}} \cdot P_{ijf\text{доп.}} \leq P_{ijf\text{гран.доп.}} \quad (1)$$

де  $P_{ijf\text{гран.доп.}}$  – гранично допустима величина небезпеки, яка визначається технічними можливостями і економічної доцільністю, що забезпечують не перевершення допустимої величини ризику держави

$$R_{\text{держ.існ.}} \leq R_{\text{держ.доп.}}$$

де  $R_{\text{держ.доп.}}$  – максимальний ризик, який собі може дозволити держава при існуючому стану економіки (обсяг бюджетних коштів, що виділені для цього –  $D_{\text{держ.}}$ ); при умовах мінімальної різниці міжрегіональних ризиків

$$(R_{\text{регіон. s}} - R_{\text{регіон. k}}) \rightarrow \min, \quad s, k = 1, \dots, N, \quad s \neq k. \quad (2)$$

### Виклад основного матеріалу

Показником небезпеки ПНО пропонується вважати ймовірність виникнення НС відповідного рівня. В якості допущення вважаємо, що існуючий рівень небезпеки для ПНО нам відомо. Ці величини можуть визначатися як з допомогою математичних методів, так і з допомогою методів експертного оцінювання. Але ймовірність характеризує тільки можливість виникнення НС і нічого не говорить про можливі збитки. Тому для визначення потрібних рівній небезпек пропонується використовувати ризик ПНО при виникненні НС

$$R_{\text{пнoijf}} = P_{ijf} \cdot D_{ijf} \quad (3)$$

де  $P_{ijf}$  – ймовірність виникнення НС на  $f$ -му ПНО  $j$ -го району  $i$ -го регіону;  $D_{ijf}$  – розмір збитків, нанесених при виникненні НС на  $f$ -му ПНО  $j$ -го району  $i$ -го регіону.

Величина збитків ПНО внаслідок виникнення НС може бути визначена з допомогою [4]. Згідно [1] НС поділяються за рівнями на загальнодержавні, регіональні, місцеві та об'єктові. При обґрунтуванні допустимих рівнів небезпеки усі ПНО пропонується згрупувати в чотири групи за можливостями викликати НС відповідно загальнодержавного, регіонального, місцевого та об'єктового рівнів. В даній статті розглядаються ПНО, аварії на яких можуть викликати НС загальнодержавного рівня.

Вважаємо відомим обсяг бюджетних коштів, що можуть бути виділені для локалізації і ліквідації наслідків НС загальнодержавного рівня –  $D_{\text{держ.}}$ . В межах раніше прийнятих припущень

$$R_{\text{держ.доп.}} = D_{\text{держ.}}$$

В основу методичного підходу до обґрунтування допустимого рівня небезпеки пропонується покласти корекцію рівня небезпеки ПНО територіальних елементів

$$P_{ijf} \quad i=1, \dots, N; \quad j=1, \dots, M_i; \quad f=1, \dots, \Psi_{ij},$$

з урахуванням техногенного навантаження цих територіальних елементів. При цьому, урахування техногенного навантаження пропонується здійснювати з умов максимально можливого вирівнювання ризиків територіальних елементів.

В цьому випадку ризик виникнення НС загальнодержавного рівня для ПНО буде дорівнювати  $R_{\text{пнoijf}} = P_{ijf} \cdot D_{ijf}$ ,  $i=1, \dots, N$ ;  $j=1, \dots, M_i$ ;  $f=1, \dots, \Psi_{ij}$ .

Але ризик є по суті математичне сподівання випадкової величини збитків (оцінка величини можливих збитків з допомогою [4] може трактуватися як можливе значення випадкової величини). Вважаючи випадкові величини збитків ПНО незалежними величинами (що очевидно), ризик територіального елемента (району), як математичне сподівання суми випадкових величин ризиків ПНО, буде дорівнювати сумі ризиків ПНО району (сумі математичних сподівань випадкових величин ризиків)

$$R_{\text{районij}} = \sum_f R_{\text{пнoijf}}, \quad i=1, \dots, N; \quad j=1, \dots, M_i. \quad (4)$$

Таким же чином визначаються величини існуючих ризиків регіонів і держави відповідно

$$R_{\text{регіонi}} = \sum_j R_{\text{районij}}, \quad i=1, \dots, N; \quad j=1, \dots, M_i; \quad (5)$$

$$R_{\text{держ}} = \sum_i R_{\text{регіонi}}, \quad i=1, \dots, N. \quad (6)$$

Показником техногенного навантаження територіального елемента (району, регіону) пропонується використовувати питома навантаження території елемента ризиком від виникнення НС

$\Delta_{\text{районij}} = R_{\text{районij}} / S_{\text{районij}}$ ;  $\Delta_{\text{регіонi}} = R_{\text{регіонi}} / S_{\text{регіонi}}$ , де  $S_{\text{районij}}$ ,  $S_{\text{регіонi}}$  – відповідно площа району, регіону,  $i=1, \dots, N$ ;  $j=1, \dots, M_i$ ;  $f=1, \dots, \Psi_{ij}$ .

Алгоритм обґрунтування допустимого рівня небезпеки може бути наступним.

1. Вважаючи ймовірності виникнення НС на  $f$ -му ПНО  $j$ -го району  $i$ -го регіону –  $P_{ijf}$  відомими, з допомогою (4), (5), (6) визначаються існуючі на даний час ризики. Величини можливих збитків при виникненні НС загальнодержавного рівня можуть бути визначені за результатами прогнозування наслідків з допомогою [4].

2. Порівняння існуючої на даний час величини ризику держави з гранично допустимою величиною – обсягом коштів, який може виділити держава на локалізацію і ліквідацію наслідків НС загальнодержавного рівня

$$Z = D_{\text{держ.}} - R_{\text{держ.}}$$

В випадку  $Z < 0$  виникає необхідність зменшувати величину ризику держави щодо виникнення НС загальнодержавного рівня. Зменшення величини  $R_{\text{держ}}$  в умовах обмеження коштів –  $D_{\text{держ.}}$  можливо тільки за рахунок зниження рівня небезпеки ПНО. При цьому різниця  $Z$  повинна бути компенсована з урахуванням техногенного навантаження і умов (2).

3. Визначається ранжируваний ряд  $\Delta_{\text{регіонi}}$   $i=1, \dots, N$  за спаданням:

$$\Delta_{\text{регіонi}(1)} > \Delta_{\text{регіонi}(2)} > \Delta_{\text{регіонi}(3)} > \dots > \Delta_{\text{регіонi}(N)}.$$

4. Елементи ряду нормуються

$$\beta_i = \Delta_{\text{регіонi}} / \sum_i \Delta_{\text{регіонi}}, \quad i=1, \dots, N$$

і визначається рівень зниження небезпеки для кожного з регіонів

$$q_i = Z \cdot \beta_i, \quad i=1, \dots, N.$$

5. Для кожного регіону визначається ранжируваний ряд  $\Delta_{\text{РАЙОН}_{ij}}$  за спаданням:

$\Delta_{\text{РАЙОН}_{ij}}(1) > \Delta_{\text{РАЙОН}_{ij}}(2) > \Delta_{\text{РАЙОН}_{ij}}(3) > \dots > \Delta_{\text{РАЙОН}_{ij}}(N)$ .  
і визначається рівень зниження небезпеки для кожного ПНО:

$$\xi_{ijf} = \Phi_{ij} \cdot \sigma_{ijf}$$

6. Елементи ряду нормуються

$$\gamma_{ij} = \Delta_{\text{РАЙОН}_{ij}} / \sum_j \Delta_{\text{РАЙОН}_{ij}}, \quad i = 1, \dots, N; \quad j = 1, \dots, M_i$$

і визначається рівень зниження небезпеки для кожного з районів

$$\phi_{ij} = q_i \cdot \gamma_{ij}, \quad i = 1, \dots, N; \quad j = 1, \dots, M_i$$

7. Для кожного району визначається ранжируваний ряд збитків внаслідок аварії на кожному ПНО

$$D_{ijf}(1) > D_{ijf}(2) > D_{ijf}(3) > \dots > D_{ijf}(N)$$

8. Елементи ряду нормуються

$$\sigma_{ijf} = D_{ijf} / \sum_f D_{ijf}$$

9. Для кожного ПНО визначається скорегований на першому кроці рівень небезпеки

$$P_{ijf}(1) = P_{ijf}(0) - \xi_{ijf}, \quad i = 1, \dots, N; \quad j = 1, \dots, M_i; \quad f = 1, \dots, \Psi_{ij}$$

10. Здійснюється перевірка можливості такого корегування за виконанням нерівності (1)

$$P_{ijf}(1) \leq P_{ijf \text{ гран. доп.}}$$

ПНО, для яких нерівність не виконується, рівень небезпеки вважається рівним гранично допустимому –  $P_{ijf \text{ гран. доп}}$  і такі ПНО виключаються з подальшого розгляду. З решта ПНО в цьому випадку повторюється процедура подальшого корегування рівня небезпеки ПНО району, пункти 7 – 10.

11. З використанням величин  $P_{ijf}(1)$  та (4) – (6) визначається величина ризику держави на першому кроці корекції –  $R_{\text{ДЕРЖ}}(1)$ . Далі здійснюється перевірка

$$D_{\text{держ.}} - R_{\text{ДЕРЖ}}(1) > 0,$$

якщо умови виконуються, то виконується наступний крок корекції до виконання умов

$$\text{abs} [D_{\text{держ.}} - R_{\text{ДЕРЖ}}(v)] < \varepsilon$$

де  $\varepsilon$  – задана точність розрахунків.

## ОБОСНОВАНИЕ ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ОПАСНОСТИ С УЧЕТОМ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.Н. Полєжаєв

*Рассматривается вопрос распределения ресурсов государства на основе обоснования уровня допустимой опасности территориальных элементов с учетом их техногенной нагрузки. В основу методического подхода положено понятие риска. Техногенную нагрузку предлагается определять как удельную нагрузку территориального элемента риском. В качестве предельно допустимой величины риску на общегосударственном уровне выбраны ресурсные возможности государства по локализации и ликвидации последствий возможных чрезвычайных ситуаций. Коррекцию возможных величин допустимых уровней опасности предлагается выполнять с учетом удельной нагрузки риском территориальных элементов и предельно допустимых величин показателей опасности, которые определяются современными техническими возможностями и экономической целесообразностью.*

**Ключевые слова:** риск, чрезвычайная ситуация, техногенная нагрузка, оптимальное распределение.

## RATIONALE FOR ACCEPTABLE RISK LEVEL WITH REGARD TECHNOGENIC LOAD TERRITORIAL ELEMENT

A.M. Polezhaev

*The problem of optimal resource allocation based on the state justification acceptable level of risk, taking into account regional elements of anthropogenic load. The basis of the methodological approach is based on the concept of risk. Technological burden proposes that the unit load as risk territorial element. As the maximum permissible value risk at the national level is selected the state's capacity to allocate resources for localization and liquidation of consequences of possible emergency situations. Correction of possible danger permissible riney proposed take into account the specific risk load territorial elements and maximum allowable values dangers Worms defined modern technical capabilities and cost-effectiveness.*

**Keywords:** risk, emergency, human impacts, the likelihood of optimal allocation.

## Висновки

Пропонований методичний підхід дозволяє визначити припустимий рівень небезпеки ПНО, аварії на яких можуть викликати НС загальнодержавного рівня, з урахуванням наявних ресурсів держави і техногенного навантаження територіальних елементів.

Це дозволяє, на наш погляд, більш оптимально розподілити ресурси, що спрямовані на запобігання виникненню НС ПНО різних територіальних елементів. Цій методичний підхід може також використовуватися і при обґрунтуванні допустимого рівня небезпеки ПНО, аварії на яких можуть викликати НС регіонального та місцевого рівнів.

## Список літератури

1. Постанова КМУ № 368 від 24.03.2004р. "Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями".
2. Державний класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010.
3. Державний стандарт України ДСТУ 2293-99.
4. Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. Затверджена Кабінетом Міністрів України від 15.02.2002 року №175.
5. Венцель Е.С. Теорія ймовірностей / Е.С. Венцель. – М.: Физматлит, 1969.
6. Методика ідентифікації потенційно-небезпечних об'єктів. Затверджено наказом МНС України від 23.02.2006 р. № 98.
7. Желібо Є.П. Безпека життєдіяльності / Є.П. Желібо, В.В. Зацарний – К.: Каравела, 2007.
8. Полєжаєв А.М. Щодо обґрунтування потрібного рівня безпеки територіального елемента з урахуванням рівня його техногенного навантаження / А.М. Полєжаєв, О.Д. Малько, С.А. Тузіков // Системи обробки інформації. – 2013. – № 8 (115). – С. 221-223.

Надійшла до редколегії 21.05.2014

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