

ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕРВАЛУ ВЕЛИЧИН ОЦІНОК ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Розглядається методичний підхід до оцінювання існуючого рівня техногенної небезпеки територіальних елементів з урахуванням можливої суперпозиції наслідків надзвичайної ситуації, а також інтервально-го оцінювання показників безпеки та величини можливих збитків внаслідок виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру. В основу методичного підходу покладено тезис про випадкову природу оцінок ймовірності виникнення аварій на потенціально-небезпечних об'єктах, збитків а також поняття ризику, як математичного сподівання випадкової величини збитків. Методичний підхід прив'язаний до вимог керівних документів, регламентуючих визначення відповідного рівня надзвичайної ситуації.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, експертна оцінка, ризик, інтервальна оцінка, суперпозиція наслідків, рівень безпеки.

Вступ

Одною зі складових навколишнього середовища існування людини є техногенне середовище. Особливістю техногенного середовища є те, що людина створює його за власним розумінням та на рівні розвитку науки і техніки на даний момент розвитку. Подальший розвиток науково-технічного прогресу призводить до суттєвого ускладнення елементів техногенної складової, і як наслідок, до можливості виникнення аварій на технічному обладнанні. Можливість аварій на технічному обладнанні суттєво збільшується в умовах його зношення та можливих порушень правил експлуатації. Аварія на потенційно-небезпечному об'єкті (ПНО) може призвести до виникнення надзвичайної ситуації (НС). Тому виникає необхідність запобігання виникненню НС тим більш, що заходи запобігання за оцінками фахівців в 10-15 разів дешевше ніж локалізація та ліквідація їх наслідків [12]. Початковим етапом запобігання виникненню НС є виділення обсягу ресурсів на здійснення заходів запобігання. В умовах обмеження ресурсів на запобігання виникненню НС виникає необхідність оптимального розподілу цих ресурсів проміж територіальними елементами (райони, регіони) держави. Для оптимального розподілу ресурсів необхідно мати кількісні показники безпеки територіальних елементів на момент часу розподілу. Кількісна величина безпеки ПНО, територіального елемента залежить від ступеня зношення технічного обладнання; рівня організації експлуатації технічного обладнання; рівня технологічної і трудової дисципліни.

Але визначення кількісних показників безпеки (безпеки) на основі зношення технічного обладнання класичними методами (наприклад, методами теорії надійності) становиться проблематичним та не існує надійних методик визначення впливу людського фактору на аварійність технічного обла-

днання. Тому для визначення кількісного рівня показників безпеки ПНО доцільно використовувати методи експертного оцінювання. Експертне оцінювання показників безпеки здійснюється шляхом обробки результатів опитування групи експертів [14], результатом обробки даних опитування може бути: оцінка математичного сподівання та дисперсія випадкової величини показника безпеки; інтервал зміни оцінки випадкової величини показника безпеки (мінімальна та максимальна межа зміни показника) – $\mathbf{a} := \{a_{\min}, a_{\max}\}$. Показником техногенної безпеки територіального елемента пропонується використовувати ймовірність виникнення НС техногенного характеру різного рівня (місцевого, регіонального, загальнодержавного).

Постановка задачі. Визначити з заданою надійністю $P_{\text{зад}}$ інтервальні оцінки показників безпеки виникнення НС в територіальних елементах на основі множини інтервальних експертних оцінок показників безпеки існуючих ПНО

$$\mathbf{P} := [P_{ijf \min}, P_{ijf \max}],$$

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

де $P_{ijf \min}$ – мінімальне значення ймовірності виникнення аварії (катастрофи) на f -м ПНО j -го району i -го регіону (ліва межа інтервалу оцінки); $P_{ijf \max}$ – максимальне значення ймовірності виникнення аварії (катастрофи) на f -м ПНО j -го району i -го регіону (права межа інтервалу оцінки); N – кількість регіонів у державі; M_i – кількість районів у i -му регіоні; Ψ_{ij} – кількість ПНО у j -му районі i -го регіону

Основна частина

Джерелом виникнення НС техногенного характеру є аварії та катастрофи на ПНО. Необхідно відмітити, що величина збитків територіального елемента внаслідок виникнення НС може бути суперпозицією наслідків аварій на декілька ПНО цього елемента. Ймовірність такого випадку мала, але в

умовах застарілих технологій та обладнання не може бути знехтуваною. Теоретично суперпозиція наслідків може бути оцінена за схемою «хоча б один» з використанням виробничої функції [5]. Але при достатньо великій кількості ПНО територіального елемента послідовній перебір варіантів суперпозиції в умовах різних можливих величин наслідків представляється вкрай проблематичним. Тому при урахованні можливості суперпозиції наслідків аварій ПНО територіального елемента пропонується використовувати величину його ризику.

$$R = P \cdot D, \quad (1)$$

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

Величина ймовірності виникнення аварії (катастрофи) може бути оцінена експертними методами та подана в вигляді інтервалу

$$P_{ijf} := [P_{ijf \min}, P_{ijf \max}],$$

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

де N – кількість регіонів у державі; M_i – кількість районів у i-му регіоні; Ψ_{ij} – кількість ПНО у j-му районі i-го регіону.

Розмір збитків при виникненні аварії (катастрофи) на ПНО може бути визначеним [4] інтервалом

$$D_{ijf} := [D_{ijf \min}, D_{ijf \max}],$$

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

Тоді згідно (1) ризик при виникненні НС техногенного характеру на f-м ПНО j-го району i-го регіону

$$IR_{ijf} := [R_{ijf \min}, R_{ijf \max}] \quad (2)$$

буде дорівнювати

$$IR_{ijf} := P_{ijf} \cdot D_{ijf}.$$

Вважаючи випадкові величини збитків ПНО незалежними величинами (що очевидно), ризик територіального елемента як математичне сподівання суми випадкових величин (ризиків ПНО), буде дорівнювати сумі математичних сподівань випадкових величин ризиків

$$IR_{ij} = \sum_f IR_{ijf}; \quad (3)$$

$$IRR_i = \sum_j IR_{ij}; \quad (4)$$

$$IG = \sum_i IRR_i, \quad (5)$$

де $i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, M_i; f = 1, \dots, \Psi_{ij}$, IR_{ij} - ризик виникнення НС техногенного характеру в j-му районі i-го регіона; IRR_i – ризик виникнення НС техногенного характеру в i-му регіоні; IG – ризик виникнення НС техногенного характеру в Державі.

Для визначення оцінок техногенної небезпеки територіальних елементів необхідні чисельні значення показників рівня НС. Ці показники визначені в [1] інтервалами: IDr_{ij} – інтервал величин збитків (в кількості мінімальних заробітних плат), який визначає НС місцевого рівня; IDR_i – інтервал величин збитків (в кількості мінімальних заробітних плат), який визначає НС регіонального рівня; IDG – інтервал величин збитків (в кількості мінімальних заробітних плат), який визначає

НС загальнодержавного рівня. Звідси показники небезпеки територіальних елементів (району, регіону, Держави) – ймовірності виникнення НС різного рівня визначаються відповідно таким чином

$$rP_{ij} = IR_{ij} / IDr_{ij},$$

$$RP_i = IRR_i / IDR_i,$$

$$GP = IG / IDG.$$

Визначення кількісних величин показників небезпеки територіальних елементів здійснюється за правилами інтервальних арифметик [13]

$$a := \{a_{\min}, a_{\max}\}$$

$$a + b = [a_{\min} + b_{\min}, a_{\max} + b_{\max}];$$

$$a - b = [a_{\min} - b_{\max}, a_{\max} - b_{\min}];$$

$$a \cdot b = [\min\{a_{\min} \cdot b_{\min}, a_{\min} \cdot b_{\max}, a_{\max} \cdot b_{\min}, a_{\max} \cdot b_{\max}\}, \max\{a_{\min} \cdot b_{\min}, a_{\min} \cdot b_{\max}, a_{\max} \cdot b_{\min}, a_{\max} \cdot b_{\max}\}];$$

$$a / b = a \cdot [1 / b_{\max}, 1 / b_{\min}].$$

Тому що можливі значення випадкової величини ризику f-го ПНО j-го району i-го регіону розподілені на інтервалі (2) за невідомим законом розподілу, логічно припустити найгірший варіант – рівномірний закон розподілення з параметрами

$$MS_{ijf} = (R_{ijf \min} + R_{ijf \max}) / 2,$$

$$DS_{ijf} = (R_{ijf \max} - R_{ijf \min})^2 / 12,$$

де $i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, M_i; f = 1, \dots, \Psi_{ij}$, MS_{ijf} – математичне сподівання випадкової величини ризику ПНО; DS_{ijf} – дисперсія випадкової величини ризику ПНО.

Тому що величини ризиків ПНО територіальних елементів є величини незалежні, то згідно центральній граничній теоремі закон розподілу випадкової величини оцінки показника небезпеки (як суми незалежних випадкових величин) буде наближуватися до нормального [5] з параметрами:

Mr_{ij} , Dr_{ij} - математичне сподівання та дисперсія випадкової величини ризику виникнення НС техногенного характеру місцевого рівня;

MR_i , DR_i - математичне сподівання та дисперсія випадкової величини ризику виникнення НС техногенного характеру регіонального рівня;

MP , DP - математичне сподівання та дисперсія випадкової величини ризику виникнення НС техногенного характеру загальнодержавного рівня.

При цьому параметри нормального закону розподілення (математичне сподівання та дисперсія) випадкових величин показників небезпеки територіальних елементів згідно теоремі Ляпунова визначаються відповідно таким чином

$$\text{для району } Mr_{ij} = \sum_f Ms_{ijf}; \quad Dr_{ij} = \sum_f Ds_{ijf};$$

$$\text{для регіону } MR_i = \sum_j Mr_{ij}; \quad DR_i = \sum_j Dr_{ij};$$

$$\text{для Держави } MP = \sum_i MR_i; \quad DP = \sum_i DR_i.$$

Визначення інтервалу величин оцінок техногенної безпеки територіальних елементів (району, регіону, Держави) – ймовірності виникнення НС техногенного характеру різного рівня здійснюється за допомогою функції розподілу нормального зако-

ну (функції Лапласа) [5] як шуканий симетричний інтервал при заданій надійності попадання – $P_{за}$.

Висновок

Пропонований методичний підхід інтервальної оцінки ступеня небезпеки територіального елемента дозволяє:

- більш повно враховувати вимоги керівних документів щодо визначення рівня НС техногенного характеру ;
- враховувати суперпозицію наслідків аварій на ПНО і територіальних елементах;
- більш гнучко здійснювати планування заходів щодо запобігання НС техногенного характеру відкриває можливість більш оптимально розподіляти існуючи обмежені ресурси.

Список літератури

1. Постанова КМУ № 368 від 24.03.2004 р. "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 КМ України від 15.02.2002 року №175.
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Физматлит, 1969. – 626 с.
6. Методика ідентифікації потенційно-небезпечних об'єктів. Затверджено наказом МНС України від 23.02.2006 р. № 98.
7. Кодекс цивільного захисту України Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34-35, ст.458 {з змінами, внесеними згідно із Законами № 224-VII від 14.05.2013, ВВР, 2014, № 11, ст.132 № 353-VII від 20.06.2013, ВВР, 2014, № 13, ст.221 № 1166-VII від 27.03.2014} /

8. Желібо Є.П. Безпека життєдіяльності / Є.П. Желібо, В.В. Зацарний. –К.: Каравела, 2007. – 356 с.
9. Безпека життєдіяльності / Є.П. Желібо, Н. М. Заверуха, В.В. Зацарний. За ред. Є.П. Желібо: Навч. посібник. – Львів: Новий Світ, 2000, 2001. – 320 с.
10. Безпека життєдіяльності: Навч. посібник / За ред. проф. В.В. Березуцького. – Х.: Факт, 2005. – 348 с.
11. Безпека життєдіяльності: Підручник для вузів / Л.А. Михайлов, В. П. Соломін, А. Л. Михайлов, А. В. Старостенко та ін. – СПб.: Пітер, 2006. – 302 с.
12. Стоєцький В. Один відсоток прибутку на безпеку – ніщо / В. Стоєцький // Надзвичайна ситуація. – Липень 2007. – №7.
13. Шарый С.П. Конечномерный интервальный анализ / С.П. Шарый. – Новосибирск: Институт вычислительных технологий СО РАН, изд-во «XYZ», 2007. – 699 с.
14. Мала гірнича енциклопедія. В 3-х т. / За ред. В.С. Білецького. – Донецьк: Донбас, 2004. — ISBN 966-7804-14-3.
15. Полежаєв А.М. Щодо обґрунтування потрібного рівня безпеки територіального елемента з урахуванням рівня його техногенного навантаження / А.М. Полежаєв, О.Д. Малько, С.А. Тузіков // Системи обробки інформації. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2013. – Вип. 8(115). – С. 241 – 243.
16. До питання визначення ймовірності виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру / А.М. Полежаєв, С.О.Ковжого, О.Д. Малько, С.А. Тузіков // Матеріали 2 міжн. науково-практ. конференції „НАУЧНИЙ ПРОГРЕС НА РУБЕЖІ ТИСЯЧОРІЧ – 2007. – Т. 13. Дніпропетровськ: Наука й утворення, 2007. – С. 71 – 74.
17. Полежаєв А.М. До питання обліку системи моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій техногенного характеру / А.М. Полежаєв // Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал. – Х.: ХУПС, 2013. – № 3(35). – С. 139-142.

Надійшла до редколегії 11.03.2014

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕРВАЛА ВЕЛИЧИН ОЦЕНОК ТЕХНОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.Н. Полежаев

Рассматривается методический подход к оцениванию существующего уровня техногенной опасности с учетом возможности суперпозиции последствий чрезвычайной ситуации, а также интервального оценивания показателей опасности и величины возможных убытков вследствие возникновения чрезвычайной ситуации техногенного характера. В основу методического подхода положен тезис случайности оценок вероятностей появления аварий на потенциально-опасных объектах, материальных потерь, а так же понятие риска, как математического ожидания случайной величины убытков. Методический подход учитывает требования руководящих документов, регламентирующих определение соответствующего уровня чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, экспертное оценивание, риск, интервальная оценка, суперпозиция последствий, уровень опасности.

DEFINITION OF VALUE ESTIMATES INTERVAL TECHNOGENIC HAZARD TERRITORIAL ELEMENTS

A.N. Poleghaev

We consider the methodological approach to the evaluation of the existing level of technological hazards territorial elements considering possible superposition of emergency response and interval estimation of indicators of danger and magnitude of possible losses as a result of an accident emergencies. The basis of the methodological approach is based on the random nature of the thesis estimates the probability of accidents on potentially hazardous objects, loss and the concept of risk as the expectation of a random variable losses. The methodological approach is tied to the requirements of the governing documents regulating the determination of the appropriate level of emergency.

Keywords: emergency, expert evaluation, risk assessment interval, superposition effects, the level of danger.