

УДК 502.2; 504.06

Туровець Ю.С.,  
Центральний НДІ  
Збройних Сил України

## ПОТЕНЦІЙНИЙ РИЗИК УРАЖЕННЯ ТЕХНОГЕННО– НЕБЕЗПЕЧНОГО ОБ'ЄКТУ В ЛОКАЛЬНОМУ КОНФЛІКТІ

*Запропоновано методичний підхід до оцінювання потенційного ризику під час бойових дій для суб'єкта, що перебуває у полі потенційної небезпеки відносно техногенно-небезпечного об'єкту*

*Предложен методический подход к оцениванию потенциального риска во время боевых действий для субъекта, который находится в поле потенциальной опасности относительно техногенно-опасного объекта.*

*It is proposed the methodical approach to the evaluation of potential risk during battle actions for a subject, which is in the potential danger field with regard to a technogenic dangerous object.*

*Вступ.* Перед збройними силами будь-якої держави у ХХІ столітті постає проблема не тільки відвернення, стримування і переможного завершення війни у класичному розумінні, але й проблема спроможності збройних сил протистояти, протидіяти та відвертати воєнно-техногенні загрози як у мирний час, так і в особливий період.

На сьогодні можливості озброєння і військової техніки такі, що за умови постановки задачі щодо ураження об'єкту із застосуванням високоточної зброї, вона буде виконана з вірогідністю близькою до одиниці. За таких умов у випадку знаходження на невеликій відстані від техногенно-небезпечного об'єкту необхідно спрогнозувати небезпеку від такого сусідства.

Для того, щоб відвернути загрозу, необхідно оцінити ризик її виникнення. Однак, у цій предметній галузі не існує алгоритмів, які б дозволяли проводити комплексне аналітичне оцінювання воєнно-техногенних впливів як на навколишнє середовище, так і на війська (сили) під час бойових дій.

*Аналіз досліджень і публікацій.* Аналіз спеціальної літератури [1-5] засвідчив, що увага в основному приділяється визначенню та розрахунку індивідуального, соціального та територіального ризиків. Недостатньо досліджене питання оцінювання ризиків під час застосування військ (сил).

*Постановка завдання.* Отже, метою дослідження є питання оцінювання потенційного ризику під час бойових дій для суб'єкта, що

перебуває у полі потенційної небезпеки відносно техногенно-небезпечного об'єкту.

*Основна частина.* Зрозуміло, що під час бойових дій імовірність негативних подій техногенного характеру дуже зростає, оскільки зростає негативний вплив зовнішніх чинників на техногенно-небезпечні об'єкти. Застосування у збройних конфліктах навіть звичайного озброєння може призвести до виникнення надзвичайних ситуацій та катастроф техногенного характеру. У таких умовах екологічна безпека особового складу, засобів збройної боротьби, цивільного населення, навколишнього середовища є визначальними.

Під час воєнних дій виникнення техногенно-небезпечної ситуації можливе з причин, коли завдається удар по техногенно-небезпечним об'єктам (ТНО) з метою ураження військ (сил) противника та з причин, які виникають і за мирного часу. Так, під час воєнних дій можливе підвищення ризику виникнення аварій через такі причини мирного часу [3]:

через зовнішні впливи – прямої дії: падіння літака; опосередкованої дії: посилення екзогенних геологічних процесів (через дію важкої техніки); через людський чинник – психосоматичний стан персоналу (втома, стрес); умисні дії (диверсія, саботаж).

У ході бойових дій змінюється екологічна обстановка, яка є частиною оперативно-стратегічної обстановки, і тому вимагає своєчасної і вірної оцінки. Основою для такої оцінки і прийняття рішення на проведення бойових дій у техногенно-небезпечному регіоні має бути величина потенційного ризику.

Методами математичної статистики встановлено, що ймовірність завдання шкоди об'єктові, що перебуває під впливом будь-якого чинника ураження, визначається за допомогою нормальної функції розподілу ймовірностей випадкової величини (інтегралом Гауса), з використанням так званої «пробіт-функції» з математичним очікуванням 5 і середньоквадратичним відхиленням 1. Емпіричні коефіцієнти  $-a$  і  $b$  залежать від виду небезпечного впливу й чутливості до нього даної категорії об'єкта, рівень (доза) негативного впливу  $s$  – експериментально встановлена інтегральна функція фізичної характеристики конкретного чинника ураження і часу його впливу на розглядуваний об'єкт [6].

Таким чином, ймовірність ураження  $P_{yp}$  у точках  $(x, y)$  у межах зони негативного впливу описується формулою:

$$P_{yp} = f(Pr) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Pr-5} \exp(-s^2/2) ds \quad (1)$$

Під час вибуху снаряду, технологічного устаткування, резервуара, парогазоповітряної хмари, вибухової речовини утворюється ударна хвиля,

яка характеризується надлишковим тиском  $\Delta P_{\phi}$ , кПа, та імпульсом фази стиснення  $I^+$ , кПа, негативно впливаючи на людину, будівлі, споруди [6].

ТНО характерні тим, що на їхніх територіях для різних цілей перебувають речовини, які за певних умов можуть вибухати. У залежності від того яка це речовина, різняться значення  $\Delta P_{\phi}$  та  $I^+$ . Відповідно до того, яка саме речовина знаходиться на ТНО залежить імовірність такого його ураження, коли може виникнути надзвичайна ситуація техногенного характеру. Ця умова у формулі (1) виражена через пробіт-функцію.

У випадку, коли у районі проведення операції (бойових дій) знаходиться більше одного ТНО, імовірність ураження кожного знаходять у відповідності до його специфіки, а імовірність ураження всіх об'єктів вказаного району знаходять як імовірність суми сумісних подій.

Під час прогнозування наслідків можливих аварій з метою розроблення заходів щодо їх запобігання (пом'якшення дії) та ліквідації наслідків враховують усі можливі усереднені метеокліматичні умови. У такому випадку визначають зону (поле) потенційної небезпеки – площу, обмежену лінією, у кожній точці якої з імовірністю, рівній одиниці, має місце ураження заданого ступеня (наприклад, порогові ураження, летальне ураження, середній ступінь руйнування тощо) з імовірністю виникнення аварії даного типу, рівній одиниці, та усереднених за середньорічним розрізом метеокліматичних умов.

Для сценаріїв аварій, форма і площа зони потенційного ураження яких залежать від параметрів оточуючого середовища, необхідно враховувати весь спектр його можливих станів у межах характерного періоду зміни параметрів.

Після систематизації метеопараметрів за діапазонами швидкості  $L$  вітру та 6 класами стійкості атмосфери ( $k$ ) можна розраховувати для  $6 \times L$  варіантів розподілення концентрацій за характерними географічними напрямками (8 румбів). Після того, як задали критерій негативного впливу можна здійснити перехід від отриманих полів фізичних параметрів до зон потенційної небезпеки для суб'єкта.

Імовірність збитку у деякій точці з полярними координатами  $(r, \Theta)$  у  $\nu$ -му секторі  $M$ -румбової сітки визначається не лише формою «особистої» зони збитку, але і можливим впливом полів інших секторів. У загальному випадку імовірність збитку для усіх точок простору за умови одиничної імовірності вихідної події розглядається як сума ймовірностей реалізації різних варіантів зон збитку  $F(Q_A, U, k)$  [6], тобто

$$R_M(r, \Theta) = \sum_{\nu=1}^M \left[ \sum_{L=1}^L P_{\nu} \left\{ \sum_{k=1}^6 P_k U \hat{O} \left[ F(Q_A, U, k) \right] \frac{M}{2\pi} \right\} \right],$$

де  $\Phi[F(Q_A, U, k)]$  – ширина зони збитку у  $\nu$ -му секторі для  $M$  градацій за напрямками сторін світу на відстані  $r$  від джерела небезпеки з кутом  $\Theta$  у полярних координатах (рис.1).

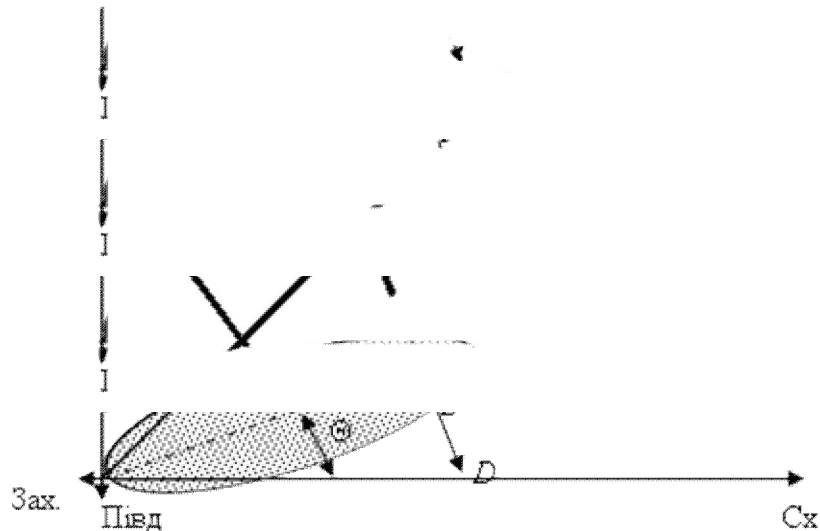


Рис. 1. До розрахунку потенційної небезпеки у точці  $(r, \Theta)$  у зоні збитку (1)

Після з'ясування за кожним із прийнятих до розгляду об'єктів усіх видів аварій (сумарна кількість рівна  $N$ ), специфіки їх виникнення та розвитку, розрахунку полів потенційної небезпеки цих аварій ( $R_{M,i}(x, y)$ ;  $i=1, \dots, N$ ) і визначення імовірності реалізації їх негативного потенціалу ( $w_i$ ;  $i=1, \dots, N$ ) проводиться побудова локальних  $R_{\text{лок}}(x, y)$  (для кожного сценарію відповідного джерела небезпеки) та інтегральних  $R_{\text{інт}}(x, y)$  полів ризику на картографічній основі

$$R_{\text{інт}}(x, y) = \sum_{i=1}^N w_i R_{M,i}(x, y) = \sum_{i=1}^N w_i R_{M,i}(r, \Theta).$$

Така карта буде характеризувати інтегральну імовірність негативного впливу за умови, що суб'єкт впливу з імовірністю, рівній 1, знаходиться у конкретній точці простору у момент реалізації аварії. Ця величина і є величиною потенційного ризику, який є максимально можливим рівнем ризику, очікуваного від розглядуваного об'єкту небезпеки.

Необхідно зазначити, що частота реалізації небезпечної події  $w$ ,  $\text{год}^{-1}$  визначається методами теорії ризику за статистичними даними або за експертними оцінками. Таке визначення виправдане для умов мирного часу. Для умов, коли відбуваються бойові дії цього недостатньо. Звичайно, під час бойових дій може виникнути аварія з тих самих причин, що і за мирного часу, але додатково необхідно враховувати імовірність ураження ТНО озброєнням і військовою технікою  $P_{\text{ОВТ}}$ . Тоді, за формулою повної імовірності [7]:

$$P_{\text{ОВТ}} + P_{\text{СТ}} + P_{\text{Н}} = 1,$$

де  $P_{\text{СТ}}$  – імовірність виникнення аварії за мирного часу (або очікувана частота реалізації небезпечної події за відповідний проміжок часу),  $P_{\text{Н}}$  – імовірність того, що аварія не виникне ні за яких обставин. Звідси маємо імовірність виникнення аварії під час бойових дій

$$P = P_{OBT} + P_{CT} = 1 - P_H.$$

Відмітимо, що значення імовірності ураження ТНО озброєнням і військовою технікою дуже різняться у залежності від масштабності бойових дій та завдань, які стоять перед протиборчими сторонами. За умови постановки задачі на ураження цілі, якою є ТНО, із застосуванням високоточної зброї  $P_{OBT} \geq 0,8$ .

Отже, потенційний ризик ураження за умови перебування суб'єкта у полі потенційного ризику в точці з полярними координатами  $(r, \Theta)$  під час бойових дій є таким:

$$R(r, \Theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\varphi(r)}^{\varphi(r)} P(r, \Theta) \cdot \int_{-\infty}^{\text{Pr}[\rho(r, \Theta)]-5} \exp(-s^2 / 2) ds d\Theta,$$

де  $\rho(r, \Theta)$  – відстань від місця аварії до місця перебування суб'єкта,  $-\varphi(r)$  і  $\varphi(r)$  – границі зони зі 100 % ураженням.

*Висновки.* Отже, визначивши потенційний ризик ураження та поля потенційного ризику, навіть за умови виникнення надзвичайної ситуації на ТНО можна запобігти ураженню людей, скерувавши їх у небезпечні зони, що є дуже актуальним у районах проведення бойових дій.

У подальшому на основі гармонійного поєднання використання аналітико-математичних та якісно-оціночних методів необхідно аргументовано визначити небезпечні райони для випадку імовірних аварій на ТНО через їх ураження та активізації екзогенно-геологічних процесів на тлі зміни метеокліматичних умов.

*Використані джерела інформації:*

1. Орел Д. С. Імовірнісна оцінка ризику забруднення атмосфери на прикладі теплової електростанції [Текст] // *Екологія и промышленность*. – Х., 2010. – Вып.3. – С. 16-21.
2. Андреева Т. В. Снижение уровня экологического риска как фактор обеспечения экологической безопасности [Текст] / Т. В. Андреева. – М.: Изд-во РГГУ, 1999. – 372 с.
3. Лисиченко Г. В. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління [Текст] / Г. В. Лисиченко, Ю. Л. Забулонов, Г. А. Хміль. – К.: Наукова думка, 2008. – 542 с.
4. Лисиченко Г. В. Методологія оцінювання екологічних ризиків [Текст] : монографія / Г. В. Лисиченко, Г. А. Хміль, С. В. Барабашев. – Одеса: Астропринт. – 2011. – 368 с.
5. Мастрюков Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях [Текст] / Б. С. Мастрюков. – 5-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 336 с.
6. Биченок М. М. Ризики життєдіяльності у природно-техногенному середовищі [Текст] / М. М. Биченок, С. П. Іванюта, Є. О. Яковлев. – К.: Ін-т пробл. нац. Безп. Ради нац. Безп. і оборони України, 2008. – 160 с.
7. Вентцель Е. С. Теория вероятностей [Текст] / Е.С. Вентцель – М.: Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1962. – 564 с.