

УДК [005.52;005.334]; 005.8

Ю. П. Рак, Р. Ю. Сукач

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РИЗИКУ В ПРОЕКТАХ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ПОТЕНЦІЙНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Анотація. Запропонована математична модель визначення величини ризику з позиції нерозривності зв'язку між характеристикою НС, зацікавленими сторонами та менеджерами, що враховує умови невизначеності і різні фази життєвого циклу проекту для забезпечення успіху виконання проекту захисту об'єктів потенційної небезпеки.

Ключові слова: ризик, проектно-орієнтований, імовірність, модель, надзвичайна ситуація, сценарій.

Постановка проблеми у загальному виді. Кризові явища в економіці та складна політична ситуація стимулює динаміку підвищення небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій (НС) техногенного та природнього характеру. Проблеми зниження небезпеки, запобігання техногенним та природним НС вимагає вміння оцінювати ризики виникнення НС, прогнозувати їх розвиток, оперативно приймати управлінські рішення. Складність цієї проблеми обумовлена значними умовами невизначеності та багатоваріантністю процесів прояву джерел небезпеки і заходів щодо їх запобігання. Суттєве зменшення вихідної невизначеності при виникненні НС забезпечить впровадження методології проектно-орієнтованого управління, що дозволить при управлінні проектом захисту об'єктів потенційної небезпеки (ОПН) мінімізувати фінансові, часові та матеріальні витрати. Крім того, використання методів проектного-орієнтованого управління дозволить на стадії моделювання процесів виникнення та розвитку НС, мінімізувати велику різноманітність причини їх виникнення та обмежити кількість альтернатив.

**Аналіз останніх досліджень.** Проведений аналіз теоретичних досліджень з корисної оцінки ризику при експлуатації в яких запропоновано рішення проблеми і виділення невирішеності її частини, показав, що успіх діяльності будь-якої організаційної структури, відповідальної за стан безпеки людини, визначається успіхом реалізації державної стратегії направленої на запобігання НС, а це вимагає зосередження великої уваги на впровадження у всіх сферах виконавчих структур методології проектно-орієнтованого управління.

До недавня в промисловості та інших сферах діяльності робився значний акцент на розвиток оперативно-рятувальних служб та інструментальних механізмів, засобів і технологій направлених на забезпечення поставарійної стадії, де головним причинам системи цивільного захисту було вчасно реагувати і ліквідувати, то на сьогодні відбувся крен на перспективність попереджувальних та запобіжних дій, про що свідчать наукові розробки та публікації представлених в наступних працях [1...5].

Враховуючи наведення, актуальним постає, приведення дослідження направлено на розробку математичної моделі для оцінки величини ризику в проектах захисту ОПН, що основане на принципах системності для можливості глибокого розуміння проблеми в цілому і знайти її практичне розв'язання.

**Метою статті** є розробка математичної моделі оцінки ризику, в контексті причинно-наслідкових зв'язків між зацікавленими сторонами і менеджерами, в умовах невизначеності, на різних фазах життєвого циклу проекту для досягнення успіху виконання проекту захисту ОПН.

### **Основна частина дослідження.**

Преважне більшість фахівців із теорії ризику визначають термін ризик, базуючись на розробках У. Роуї, а саме: “ризик – це добуток імовірності небажаної події на величину можливого збитку від неї”. [1]

Ризик є величиною прогнозованою тобто оцінка ризику представляє собою співвідношення імовірності події і збитків від неї.

Головною проблемою щодо наукового визначення термін “ризик” є його комплексний характер, який вимагає врахування усіх факторів, що сприяють виникненню НС і аналізу всіх наслідків до яких вони можуть привести.

А. Качинский у своїх наукових працях [2] дає таке визначення ризику: “Ризик – прогнозована векторна величина збитку, що може виникнути внаслідок ухвалення рішень в умовах невизначеності та реалізація загрози : ризик є кількісною мірою безпеки, що дорівнює добутку ймовірності реалізації даної загрози на імовірність величини можливого збитку від неї.”

Таким чином “ризик” і невизначеність ідуть поряд і немає чіткого їх постійного трактування. Тому постає нагальна потреба в розробці моделей та методів направлених на покращення та гармонізацію дій між зацікавленими сторонами та різними видами суб'єктивної невизначеності, що виникають в умовах НС

Використання проектно-орієнтованого підходу при моделюванні оцінок ризику дозволяє прогнозувати НС та враховувати різноманіття ситуації в процесі всього життєвого циклу проекту, а також виявляти джерела інформації з метою мінімізації умов невизначеності.

Запропонована нами математична модель оцінки ризику виконання проекту захисту ОПН при пофазному управлінні дозволяє доволі точно прогнозувати процес протікання НС та враховувати причинно-наслідкові зв'язки. Для цього для формалізації ризику  $R$  застосуємо адитивно-мультиплікативну модель, що пов'язує між собою імовірність виникнення подій  $P_i$  (загрозу) і відповідних їм небажаних наслідків  $W_i$

$$R = \sum_i P_i \cdot W_i, \quad [1]$$

При умові, коли  $i=1$ , маємо  $R=PW$ .

Формула (1) дозволяє пояснити вплив невизначеності щодо можливої появи НС, яка призводить до небажаних наслідків та зриву реалізації проекту захисту ОПН, а також масштаби наслідків.

Оцінка ризику повинна передбачати розвиток несприятливих подій які розвиваються за різних сценаріями та враховувати всі етапи життєвого циклу проекту захисту, тоді формула (1) набере наступного вигляду

$$R = \sum_{ij} P_{ij} W_{ij}, \quad [2]$$

де  $i$  – індекс – подія що враховує кожен фазу (крок, етап) всього життєвого циклу проекту захисту ОПН.

а  $j$  – сценарій реалізації проекту захисту ОПН:

Виходячи із формули (1) вираз для оцінки ризику реалізації проекту захисту ОПН можна записати у вигляді:

$$R = \int P(W) F(W) dW, \quad [3]$$

де :

$P(W)$  – щільність розподілу випадкової величини на всьому шляху життєвого циклу проекту захисту ОПН  $W$ ;  $F(W)$  – вагова функція витрат, за допомогою якої наслідки різної природи зводяться до єдиної (наприклад вартісної) оцінки збитку та враховують різні кожної сфери життєвого циклу реалізації проекту захисту ОПН. При такому формальному підході ризик розглядається як міра загрози, що визначається як математичне сподівання збитку чи витрат.

Таким чином у загальному випадку при врахуванні фактору часу, ризик, виходячи із формули (3), являється функціоналом, що залежить від реалізації випадковою процесу що описує процес протікання або сценарій небезпечної НС чи події.

Загальний збиток  $W$  (або його складові  $W_i$ ) визначається через узагальнений функціонал збитків, що наносяться населенню  $N$ , об'єктам техносфери  $T$  та і навколишньому середовищу  $S$ ; і описується наступною залежністю

$$W = F_D X \{ D_N, D_T, D_S \}, \quad [4]$$

де:  $D$  – відповідні збитки від НС (пошкодження) для населення, техносфери і навколишнього середовища, при реалізації проекту захисту ОПН.

Отже при визначенні ризику виконання проекту захисту ОПН для населення від НС, під ризиком слід розуміти математично сподівані втрати, людей  $M(N)$  в межах деякої території [4]. Формально це можна представити у вигляді наступної залежності:

$$R = M(N) = P \int_S \int_{I_{min}}^{I_{max}} P(I) f(x, y, I) \psi(x, y) dI dx dy, \quad [5]$$

де:  $P$  – імовірність аварій або НС, в результаті якої виникає вражаючий фактор, що характеризується параметром  $I$  і характеризує рівень ризику успішного виконання проекту захисту ОПН (наприклад, інтенсивність землетрусу в балах, такса доза то що);  $S$  – площа населеного пункту (область інтегрування) де реалізується проект захисту ОПН.  $I_{min}$ ,  $I_{max}$  – відповідно мінімальне і максимальне значення параметру уражаючого фактору для населеного пункту (обмежених граничними значеннями проекту);  $P(I)$  імовірність ураження людей в залежності від  $I$  як параметра (часто задається у вигляді функції нормального розподілу від пробіт-функції параметра  $I$ );  $f(x, y, I)$ , функція щільності розподілу інтенсивності параметра  $I$  в межах майданчика з координатами  $(x, y)$  в проектах

захисту ОПН;  $\psi(x,y)$  – щільність населення в межах майданчика  $(x,y)$ , в проектах захисту ОПН.

Потрібно також зазначити, що вибір конкретної математичної моделі оцінки ризику залежить від кожної окремої ситуації, так як оцінка ризику є ключова ланка визначення загального рівня безпеки і, відповідно, успіх реалізації проекту захисту ОПН від НС.

#### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

У статті запропонована математична модель що дозволить виконати оцінку ризику з позиції нерозривності зв'язку між самим ризиком, природньою, техногенною, поведінковою тощо невизначеностями та усіма зацікавленими сторонами, що в кінцевому, дозволить управляти ризиком на різних фазах життєвого циклу проекту.

Отримання числового значення при оцінці ризику дозволить проектним менеджерам отримувати додаткову інформацію про сценарій проходження НС і перейти від стану невизначеності до стану умовної визначеності та покрокового управління на кожній фазі життєвого циклу проекту захисту ОПН.

#### Література

1. Rowe W. Anatomy of risk – N. Y.: John Wiley, 1997 – 488p
2. Качинський А. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. – К.: "Поліграфконсалтинг," 2004. – 472 с.
3. Ларичев О. Мечитов А. Ребрик С. Анализ риска и проблемы безопасности – М., 1990 – 60 с. (Препр. ВНИСИ).
4. Основы системной безопасности. Учебное пособие. (Под ред. А. Ильичева, Е Трасова. – М.; МАИ, 1995 – 110 с.)
5. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф: в 2-х книжках. Кн. 1. – М.: Мир, 1984. – 350 с.; Кн. 2. – М.: Мир, 1984 – 285 с.