

связи между соответствующими зарядами, что позволяет упростить решение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Харрисон У. Псевдопотенциалы в теории металлов. — М : Мир, 1968. 366 с.
2. Голубев В. К., Селезнев А. А. Использование двух частных потенциалов взаимодействия для молекулярно-динамического расчета металлов. Химическая физика. 2002. Т. 21. 61 с.
3. Мочалов А. А., Гайша А. А., Евфимко К. Д. Динамика деформации структурной единицы твердого тела от внешнего воздействия. Журнал нано- и электронной физики. Т. 1. №1. 2009. СумГУ.
4. Берклевский. Курс физики. Т. IV. Квантовая физика. — М : Наука. 1977. 415 с.
5. Мочалов А. А., Евфимко К. Д., Гайша А. А. Моделирование процесса распространения продольных колебаний в твердом теле на основе задания межатомного потенциала взаимодействия. — Ж : Металлы и литье Украины. №11—12. 2009. 58 с.

пост.26.02.15

## Системний ризик-аналіз техногенних аварій

Л. В. ДРАНИШНИКОВ

Дніпродзержинський державний технічний університет

При анализе и оценки риска возникновения аварий был применен вероятностный анализ безопасности с использованием логико-графической модели, представленной в виде семантического графа. Логико-графическая модель условно разбивается на ряд уровней, каждый из которых отображает определенный этап возникновения и развития аварии по определенному сценарию, что позволяет формировать вероятностные модели оценки риска.

При аналізі та оцінці ризику виникнення аварій був застосований імовірнісний аналіз безпеки з використанням логіко-графічної моделі, представленої у вигляді семантичного графа. Логіко-графічна модель умовно розбивається на ряд рівнів, кожен з яких відображає певний етап виникнення і розвитку аварії за певним сценарієм, що дозволяє формувати імовірнісні моделі оцінки ризику.

When analyzing and assessing the risk of accidents was applied probabilistic safety analysis using logic-graphical models presented in the form of a semantic graph. Logical-graphic conditionally divided into several levels, each of which displays a certain stage of the emergence and development of the accident by a specific script that allows you to create probabilistic models of risk assessment.

**Вступ.** Ризик є кількісною мірою небезпеки і характеризує рівень безпеки. Існує декілька трактувань поняття ризику як кількісної міри небезпеки: *ризик* - ймовірність появи несприятливої події; *ризик* - максимальний збиток, нанесений подією.

Ризик виникнення техногенних надзвичайних ситуацій обумовлюється наступними передумовами: існування джерел потенційної небезпеки; дією чинників ризику (речовини, енергії), що вивільняються цими джерелами; наявністю певного рівня чинників ризику; експозицією людей і навколишнього середовища в результаті дії вказаних чинників.

Поняття ризику завжди включає два елементи: частоту, з якою здійснюється небезпечна подія, і наслідки цієї події. Виникнення і розвиток ризику на небезпечному виробничому об'єкті (НВО) включає три етапи: перший - ризик виникнення аварії, другий - ризик негативних дій як в результаті аварії, так і в результаті нормального функціонування НВО, третій - ризик віддалених наслідків (дій) - екологічних і соціальних.

*Ризик* визначається як ймовірність виникнення аварійної ситуації, що пов'язана із величиною можливого екологічного, соціального і економічного збитків.

На підставі систематизації даних, приведених в різних літературних джерелах, присвячених проблемам

ризик, класифікація ризику здійснюється за наступними ознаками [1]:

- за джерелами ризику: техногенний (джерелом є господарська діяльність людини); природний; природно-техногенний;

- за видом джерела ризику: зовнішні (не пов'язані з діяльністю даного об'єкту); внутрішні - знаходяться у прямій залежності від функціонування об'єкту (виділяють технічний ризик - комплексний показник надійності елементів і ризику, пов'язані з людським чинником, - помилки конкретних осіб, у тому числі і проєктвальників);

- за характером нанесеного збитку: екологічний ризик; соціальний (для людини і населення); економічний; потенційний територіальний ризик - просторово (для всіх реципієнтів на даній території).

*Економічний ризик* (для матеріальних об'єктів) для аналізу НВО в режимі штатного функціонування - це ймовірність економічних втрат в майбутньому; співвідношення користі і шкоди, що отримує суспільство від виду діяльності, що розглядається. Окрім цього, необхідно оцінювати економічний ризик в результаті аварії на НВО.

За об'єктом впливу розрізняють соціальний ризик для окремої людини (індивідуальний ризик - часто-

та виникнення вражаючих дій певного виду в певній точці простору), для груп людей (колективний ризик - очікувана кількість смертельно травмованих або постраждалих в результаті можливих аварій за певний період часу). *Соціальний ризик* - залежність частоти подій, в яких постраждало не менше певної кількості людей, що піддаються вражаючим діям конкретного виду при реалізації певних небезпек, від цієї кількості людей.

Розрізняють ризики:

- *за величиною збитку*: допустимий, граничний, катастрофічний;

- *за часом дії*: короткостроковий (вибух або невелика пожежа); середньостроковий і довгостроковий;

- *за частотою дії*: постійний, періодичний, разовий;

- *за рівнем дії*: локальний і глобальний;

- *за сприйняттям ризику людьми*: добровільний (пов'язаний з необхідністю виконувати професійні обов'язки в певних умовах) і примусовий (пов'язаний з необхідністю проживання населення поблизу потенційно небезпечних об'єктів);

- *за рівнем небезпеки*: неприйнятний (надмірний), прийнятний (допустимий) і безумовно прийнятний (можна знехтувати);

- *за можливістю управління*: контролюємий (керований), неконтрольований, некерований.

Кількісне визначення збитку від аварій на НВО є основою для обліку і реєстрації аварій, оцінки ризику аварій, ухвалення обґрунтованих рішень по забезпеченню промислової безпеки і аналізу ефективності заходів, направлених на зниження розміру збитку від аварій.

Для кількісної оцінки ризику запропонована класифікація оцінки ризику [1,2]. Комплекс моделей включає логіко-графічні (мають вигляд семантичних графів), логічні (сукупність логічних виразів, що характеризують послідовність розвитку аварійних подій) і ймовірнісні моделі аналізу і оцінки ризику (співвідношення для визначення ризику аварії в термінах теорії вірогідності), призначені для аналізу і оцінки ризику виникнення аварій і нанесення економічного, екологічного і соціального виду збитків в результаті аварій.

**Постановка задачі.** Розрахунок і аналіз ризику є тим методичним інструментом, за допомогою якого потенційна небезпека може бути оцінена кількісно. Концептуальна основа аналізу ризику передбачає використання методичних підходів, математичного апарату і інформаційної бази, що дозволяють відповісти на наступні питання: 1) що може функціонувати «невірно» (в неробочому режимі)?; 2) які причини цього?; 3) які можливі наслідки?; 4) наскільки це ймовірно?. У технологічному сенсі аналіз ризику являє собою послідовність дій, упорядковану за такими етапами: 1) числова оцінка ризику; 2) аналіз структури ризику; 3) управління ризиком.

Аналіз ризику полягає в побудові множини всіх сценаріїв виникнення і розвитку можливих аварій на об'єкті, з подальшою оцінкою частот реалізації кожного з сценаріїв і визначенням масштабів наслідків сценаріїв розвитку аварії. Результати аналізу ризику використовуються при декларуванні промислової безпеки небезпечних виробничих об'єктів, експертизу промислової безпеки, страхування, економічному аналізі безпеки за критеріями «вартість-безпека-вигода»; оцінки впливу господарської діяльності на навколишнє природне сере-

довище і при інших процедурах, пов'язаних з аналізом безпеки.

Оцінка ризику на виробничому об'єкті (рис.1): 1) аналіз небезпек виробничого об'єкта; 2) побудова всього безлічі сценаріїв виникнення та розвитку аварій, оцінка частоти кожного з сценаріїв; 3) побудова полів вражаючих факторів аварій для різних сценаріїв їх розвитку; 4) оцінку наслідків небезпечних факторів аварій для різних сценаріїв їх розвитку; 5) обчислення ризику.

Аналіз небезпек виробничого об'єкта передбачає: аналіз (пожежною, вибуховою, токсичною) технологічного середовища і параметрів технологічних процесів на виробничому об'єкті; визначення переліку аварійних (пожежонебезпечних, вибухонебезпечних, токсичних) ситуацій і параметрів для кожного технологічного процесу; визначення переліку причин, виникнення яких дозволяє характеризувати аварійну ситуацію, для кожного технологічного процесу; побудова сценаріїв виникнення та розвитку аварій, що спричинили за собою загибель людей.

**Результати дослідження.** Логіко-графічні моделі і логічні моделі дозволяють встановити причинно-наслідкові взаємозв'язки між вихідними подіями, що ініціюють виникнення аварійних ситуацій і їх розвитком, що призводять до різних видів ризику. Під аварійною ситуацією ( $S_j$ ) розуміємо поєднання умов або обставин (рис.2), поява яких може призвести до виникнення чинника (чинників) ризику ( $F_j$ ) - причини, рушійної сили, здатної призвести до негативної дії на різних реципієнтів. *Чинник ризику* - це причина, рушійна сила якого-небудь небезпечного процесу або явища (сценарію розвитку аварійної ситуації - послідовність дій і витікаючих з неї подій), викликана джерелом небезпеки, характеризується фізичними, хімічними і біологічними діями, що визначаються відповідними параметрами. Чинники ризику можуть розвиватися за багаторівневим сценарієм. Кожна ситуація може призвести як до одного чинника ризику, так і до декількох відразу, які, у свою чергу, можуть призводити до виникнення одного або декількох видів ризику ( $R_k$ ) залежно від характеру збитку, що наноситься.

Логіко-графічна модель може бути умовно розбита на ряд рівнів (до п'яти), кожен з яких відображає певний етап виникнення і розвитку аварії: *перший рівень* відображає причини виникнення аварійної ситуації (P) - технологічне відхилення або порушення, відмову систем управління, організаційне відхилення або порушення; *другий рівень* відображає власне аварійну ситуацію ( $S_j$ ); *третій рівень* відображає чинники ризику ( $F_j$ ), що виникають від реалізації деякої аварійної ситуації (тут можуть виникати первинні і вторинні чинники ризику); *четвертий* (або п'ятий), залежно від чинників ризику (первинні чинники ризику можуть призводити безпосередньо до різних видів ризику), рівень відображає види ризику ( $R_k$ ):  $R_1$  - економічний,  $R_2$  - соціальний,  $R_3$  - екологічний.

На рис.2 у вигляді семантичного графа представлена логіко-графічна модель аналізу ризику устаткування з отруйними хімічними речовинами (ОХР).

Ситуаціями є:  $S_1$  - повне руйнування ємності з газоподібним ОХР;  $S_2$  - часткова розгерметизація ємності з газоподібним ОХР;  $S_2$  - часткова розгерметизація

ємності з газоподібним ОХР;  $S_3$  - часткова або повна розгерметизація трубопроводу з газоподібним ОХР;  $S_4$  - повне руйнування ємності із зрідженим ОХР;  $S_5$  - часткова розгерметизація ємності із зрідженим ОХР;  $S_6$  - випаровування із струменя зрідженого ОХР [3], що викидається з повністю або частково розгерметизованого трубопроводу або ємності.

Причинами  $P_i$ , що призводять до аварійних ситуацій, є:  $P_1$  - корозія устаткування;  $P_2$  - порушення режиму експлуатації технологічної лінії;  $P_3$  - аварія на сусідньому об'єкті;  $P_4$  - аварія на самій технологічній установці;  $P_5$  - відмова запобіжних клапанів, аварійних вентилів;  $P_6$  - зовнішні причини. Для ситуацій, які можуть бути викликані однією з причин, ймовірність виникнення аварійної ситуації визначається із співвідношення:

$$P_j = 1 - \prod_{o=1}^O (1 - P_{jo}), \quad (1)$$

де  $P_{jo}$  - ймовірність виникнення  $j$ -ї аварійної ситуації від  $o$ -ї причини.

Для ситуацій, які можуть бути викликані зовнішньою причиною  $P_{oj}$  або іншою аварійною ситуацією  $P_j$ , ймовірність визначається як:

$$P_j = 1 - (1 - P_{oj})(1 - P_j), \quad (2)$$

де ймовірність  $P_j$  визначається із співвідношення (1).

Ризик  $k$ -го виду від  $j$ -ї ситуації на  $i$ -му рівні її розвитку за  $g$ -м сценарієм обчислюється як:

$$R_k^{jigi'} = P_j F_{jig} \prod_{i=1}^{I'} E_k^{jigi'}, \quad (3)$$

де  $I'$  - фактична кількість рівнів розвитку аварії від  $j$ -ї ситуації  $i$ -го фактора ризику за  $g$ -м сценарієм;  $F_{jig}$  - ймовірність виникнення  $i$ -го чинника ризику від  $j$ -ї аварійної ситуації за  $g$ -м сценарієм;  $E_k^{jigi'}$  - ймовірність того, що  $i$ -й чинник ризику від  $j$ -ї аварійної ситуації за  $g$ -м сценарієм розвитку аварії на  $i$ -му рівні призведе до  $k$ -го виду ризику.

Для першого укрупненого рівня розвитку аварії (з найменшими наслідками ( $i'=1$ )) від  $j$ -ї аварійної ситуації для будь-якого  $g$ -го сценарію, що призводить до екологічного і соціального видів ризику, останні потрібно визначати як множення ймовірності виникнення аварійної ситуації  $P_j$ , ймовірності виникнення  $i$ -го чинника ризику від  $j$ -ї аварійної ситуації за  $g$ -м сценарієм розвитку аварії і ймовірності того, що  $i$ -й чинник ризику від  $j$ -ї аварійної ситуації за  $g$ -м сценарієм розвитку аварії призведе до  $k$ -го виду ризику  $E_k^{jigi'}$ .

Для першого укрупненого рівня розвитку аварії (з найменшими наслідками ( $i'=1$ )) від  $j$ -ї аварійної ситуації для будь-якого  $g$ -го сценарію, що призводить до екологічного і соціального видів ризику, останні потрібно визначати як множення ймовірності виникнення аварійної ситуації  $P_j$ , ймовірності виникнення  $i$ -го чинника ризику від  $j$ -ї аварійної ситуації за  $g$ -м сценарієм розвитку аварії і ймовірності того, що  $i$ -й чинник ризику від  $j$ -ї аварійної ситуації за  $g$ -м сценарієм розвитку аварії призведе до  $k$ -го виду ризику  $E_k^{jigi'}$ .

Другий укрупнений рівень розвитку аварії ( $i'=2$ ) відповідає подальшому її розвитку через одну або декілька проміжних подій, кожна з яких може призводити для різних сценаріїв до економічного, екологічного і соціального видів ризику.

Ймовірність виникнення деяких з проміжних подій визначається як:

$$F_{jig} = 1 - \sum_{g=1}^{G-1} F_{jig}', \quad (4)$$

де  $g'$  - сценарій розвитку аварії, що відрізняється від  $g$ -го сценарію, який може бути викликаний  $i$ -м фактором ризику від  $j$ -ї аварійної ситуації;  $G$  - загальна кількість сценаріїв.

Ймовірність виникнення  $k$ -го виду ризику від  $i$ -го чинника, який може виникнути від  $j$ -ї аварійної ситуації за  $g$ -м сценарієм:

$$R_k^i = \sum_{j=1}^M P_j F_{jig} \prod_{i=1}^{I'} E_k^{jigi'} \quad (5)$$

Ймовірність того, що ризик  $k$ -го виду виникне від  $j$ -ї аварійної ситуації на  $i$ -му рівні хоч би для одного чинника  $i$  по одному з сценаріїв розвитку аварії  $g$ , визначається як:

$$R_k^{ji'} = P_j F_{jig} \prod_{g=1}^{G'} (1 - R_k^{jigi'}), \quad (6)$$

де  $G'$  - кількість сценаріїв, що призводять до  $k$ -го виду ризику на  $i'$ -му рівні аварії.

Ймовірність того, що ризик хоч би одного виду виникає в результаті  $j$ -ї аварійної ситуації на  $i$ -му рівні розвитку визначається як:

$$R_{ji'} = 1 - \prod_{k=1}^K (1 - R_k^{ji'}), \quad (7)$$

Ймовірність виникнення ризику хоч би одного виду при аварії на технологічному устаткуванні з ОХР визначається аналогічно:

$$R = 1 - \prod_{k=1}^K (1 - R_k), \quad (8)$$

Чинниками ризику на різних рівнях розвитку аварії є:  $F_1$  - викид газу з ємності;  $F_2$  - вибух;  $F_3$  - пожежа;  $F_4$  - загазованість промтериторії;  $F_5$  - розлив зрідженого ОХР;  $F_6$  - випаровування рідини з протоки;  $F_7$  - утворення хмари (токсичної або вибухонебезпечної);  $F_8$  - утворення хвиль тиску;  $F_9$  - подальший розвиток аварії на промтериторії підприємства і за його межами. Найбільш небажаним є розвиток аварії з виникненням чинників  $F_2, F_3, F_9$ , що призводять до найбільш істотних наслідків - трьох видів ризику в результаті аварії. Розвиток аварій за сценаріями, що призводять до проміжних чинників ризику  $F_1, F_5, F_7$ , є найменш небезпечними і може призвести лише до екологічного і соціального ризиків з різною тяжкістю наслідків.

Чинник  $F_1$  може призвести до екологічного ризику і токсичної дії на персонал або населення, а за наявності джерела займання - до подальшого розвитку аварійної ситуації і виникнення чинників  $F_2, F_3$  - вибуху і (або) пожежі, які потім можуть призвести до забруднення навколишнього середовища (ризик  $R_3$ ), токсичної дії на персонал (ризик  $R_2$ ), а також до економічного збитку (ризик  $R_1$ ). За наявності джерела займання чинники  $F_4 - F_8$  також можуть призвести до виникнення

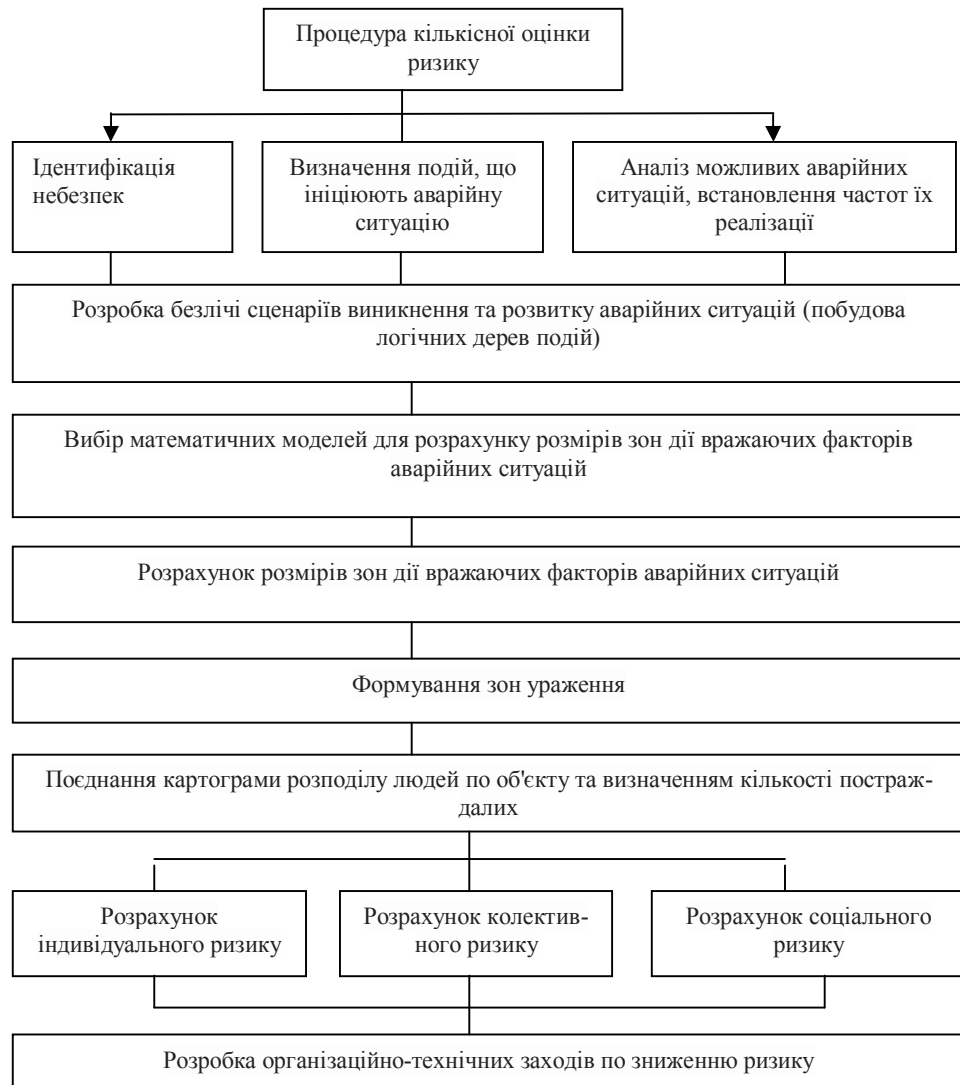


Рис.1. Схема кількісної оцінки ризику вибуху і (або) пожежі, які надалі можуть призвести до ризиків  $R_3, R_2, R_1$ .

Розглянемо першу ситуацію ( $S_1$ ) з шести виникнення і розвитку аварії. На *першому укрупненому рівні* є один сценарій розвитку аварії, що призводить до двох видів ризику: соціального ризику для населення  $R_2^{1111}$  і екологічного  $R_3^{1111}$ ;

1 сценарій:  $S_1 \rightarrow F_1 \rightarrow (R_2^{1111} \wedge R_3^{1111})$ . На *другому укрупненому рівні* виділяються два сценарії, що містять різну кількість проміжних подій та призводять до трьох видів ризику кожен;

1 сценарій:  $S_1 \rightarrow F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow (R_1^{1212} \wedge R_2^{1212} \wedge R_3^{1212})$ ;

2 сценарій:  $S_1 \rightarrow F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow F_3 \rightarrow (R_1^{1322} \wedge R_2^{1322} \wedge R_3^{1322})$

Таким чином, для даного випадку необхідно визначити два значення ризику для розвитку аварії на першому рівні і шість значень ризику для розвитку аварії на другому рівні для двох сценаріїв.

Далі запишемо у вигляді конкретної логічної моделі аналізу ризику вираз виникнення і розвитку аварійної ситуації  $S_1$ :

$$(P_6 \vee S_2) \rightarrow S_1, \quad (9)$$

$$S_1 \rightarrow F_1, \quad (10)$$

$$F_1 \rightarrow [F_2 \vee (R_2^{1111} \wedge R_3^{1111})], \quad (11)$$

Співвідношення (9) - (11) характеризують перший рівень розвитку аварії. Далі аварія може розвиватися таким чином:

$$F_2 \rightarrow [F_3 \vee (R_1^{1212} \wedge R_2^{1212} \wedge R_3^{1212})], \quad (12)$$

$$F_3 \rightarrow (R_1^{1322} \wedge R_2^{1322} \wedge R_3^{1322}), \quad (13)$$

Співвідношення (12) - (13) характеризують другий рівень розвитку аварії для даної аварійної ситуації.

Ймовірність виникнення ризику хоч би одного виду при виникненні першої аварійної ситуації на першому укрупненому рівні розвитку аварії визначається як:

$$R_{11} = 1 - (1 - R_2^{1111}) \cdot (1 - R_3^{1111}), \quad (14)$$

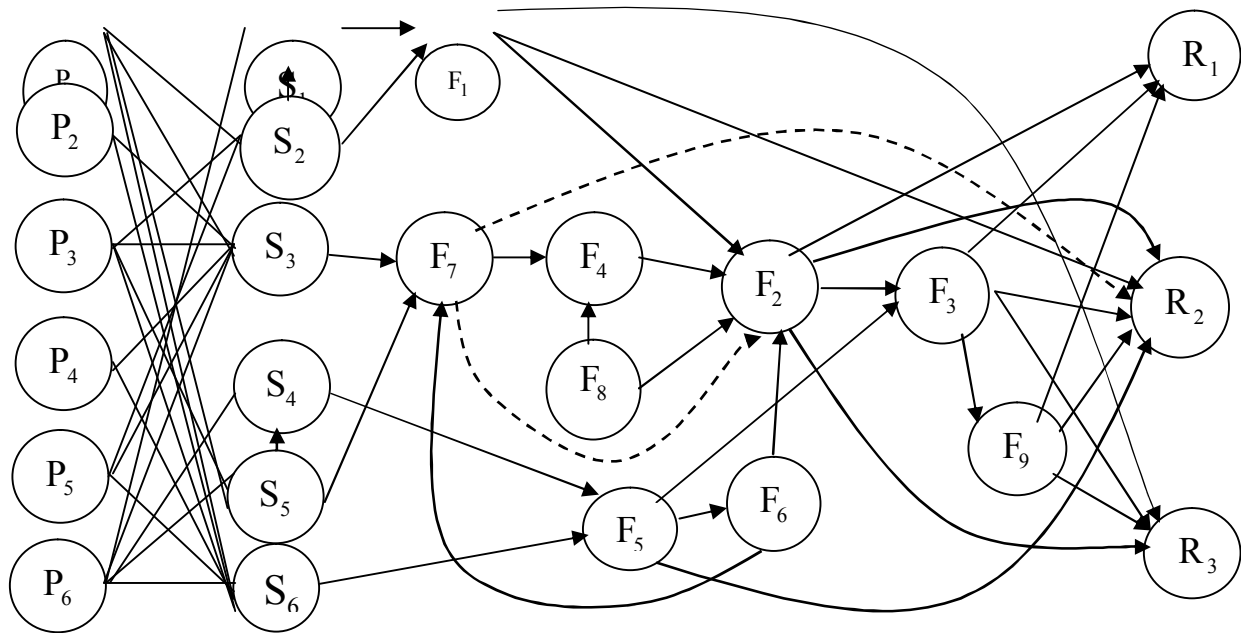


Рис. 2. Логіко-графічна модель аналізу ризику устаткування з ОХВ

Розрахунки для оцінки ризику на другому укрупненому рівні розвитку аварії виконуються аналогічно.

Аналіз ризику є складовою частиною управління промисловою безпекою. Стратегія управління ризиком не є однозначною і багато в чому залежить від загального стану, пріоритетів і тенденцій розвитку економіки країни, від існуючої законодавчої і нормативної бази, відпрацьованих механізмів економічного і правового управління безпекою і охороною навколишнього середовища в промисловості і ряду інших чинників.

Проблема управління ризиком, безпекою населення і територій полягає в пошуку і реалізації оптимальної (раціональної) системи заходів, що знижують показники ризику. Оскільки показники ризику оцінюються кількісно, виникає природне питання: що вважати за прийнятний ризик? Питання про рівень прийнятного ризику є найбільш важливим в ухваленні рішень. Відзначимо, що прийнятний ризик - це такий рівень смертності, травматизму або інвалідності людей, який не впливає на економічні показники підприємства, галузі економіки або держави. У загальному випадку під прийнятним ризиком розуміється ризик, рівень якого допустимий і обґрунтований, виходячи з економічних і соціальних міркувань. Так в Нідерландах у 1985 р. концепція «прийнятного ризику» була прийнята як державний закон. Згідно цього закону вірогідність смерті для населення від небезпек, пов'язаних з техносферою, вважається неприпустимою, якщо складає за рік більше  $10^{-6}$ , і прийнятною - якщо ця величина менше  $10^{-6}$ .

Слід підкреслити, що вибір значення прийнятного рівня індивідуального ризику багато в чому залежить від економічного стану країни. У всіх промислово розвинених країнах вже існує розуміння необхідності повнішого застосування такого підходу (концепції «прийнятного ризику»), як одного з найбільш ефективних механізмів управління промисловою безпекою.

Раціональний обсяг впровадження заходів щодо запобігання збитку, розрахунок сил і засобів для локалізації та ліквідації наслідків аварій неможливий без прогнозу можливого розвитку аварій і їх наслідків. Результати аналізу ризику використовуються при декларуванні промислової безпеки небезпечних виробничих об'єктів, експертизі промислової безпеки, страхуванні, економічному аналізі безпеки за критеріями «вартість-безпека-вигода»; оцінці дії господарської діяльності на навколишнє природне середовище і інших процедурах, пов'язаних з аналізом безпеки.

Аналіз основних сфер діяльності по забезпеченню безпеки в промисловості дозволяє виділити наступні основні напрями управління ризиком:

- 1) законодавче регулювання безпеки;
- 2) економічне регулювання безпеки;
- 3) інженерно-технічні заходи, що знижують вірогідність аварій; інтенсивність вражаючих чинників; матеріальний збиток; очікувану кількість загиблих і постраждалих;
- 4) організаційні заходи (дії при НС), що знижують матеріальний збиток, очікувану кількість загиблих і постраждалих;
- 5) підвищення готовності суспільства до НС на місцевому рівні.

Модель управління ризиком складається з чотирьох етапів:

*Перший етап* пов'язаний з характеристикою ризику. На початковому етапі проводиться порівняльна характеристика ризиків з метою встановлення пріоритетів. На завершальній фазі початкового етапу оцінки ризику встановлюється ступінь небезпеки (шкідливості).

*Другий етап* - визначення прийнятного ризику. Ризик зіставляється з рядом соціально економічних чинників: вигодою від того або іншого виду господарської діяльності; втратами, обумовленими використанням виду діяльності; наявністю і можливістю регулюючих заходів з метою зменшення негативного впливу на середовище і здоров'я людини.

Процес порівняння спирається на метод «витрати - вигоди». Критерії вибору альтернативності між «витратами - вигодами» можна визначити як мінімум сумарної вартості ( $Z$ ) витрат на зниження ризику економічних аварій, який визначається за формулою:

$$Z = M + S, \quad (15)$$

де  $M$  - збиток від аварії;  $S$  - витрати на забезпечення безпеки.

У загальному випадку із збільшенням витрат на зниження ризику ( $M$ ) функція ( $S$ ) - економічний еквівалент збитку зменшується, як це показано на

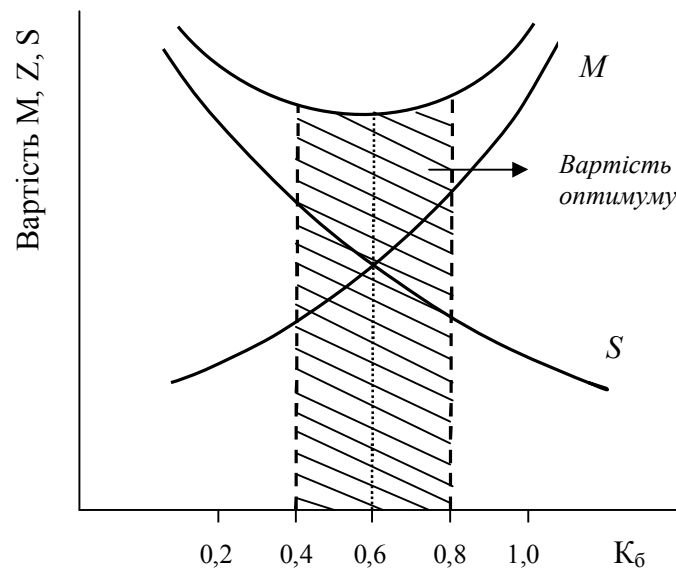


Рис. 3. Співвідношення збитку ( $S$ ) і витрат на безпеку ( $M$ ):  $K_b$  – критерій безпеки; заштрихована площа - область прийнятних значень ( $S$ ) і ( $M$ )

У зіставленні «не ризикових» чинників з «ризиковими» проявляється суть процесу управління ризиком.

Можливі три варіанти рішень, що ухвалюються:

- 1) ризик прийнятний повністю;
- 2) ризик прийнятний частково;
- 3) ризик не прийнятний повністю.

У двох останніх випадках необхідно встановити рівень прийнятності, що входить в завдання третього етапу процедури управління ризиком.

*Третій етап* - визначення рівня прийнятності - полягає у виборі одного з організаційно-технічних заходів, що сприяють зменшенню (у першому та другому випадках) або усуненню (у третьому випадку) ризиків.

*Четвертий етап* - ухвалення регулюючого рішення - визначення нормативних (законів, ухвал, інструкцій) і їх положень, що відповідають реалізації організаційно-технічних заходів, які були встановлені на попередній стадії. Даний елемент, завершуючи процес управління ризиком, одночасно пов'язує всі його етапи, а також етапи оцінки ризику в єдиний процес ухвалення рішень, тобто в єдину концепцію ризику.

Таким чином, метою державної політики в області зниження ризику і пом'якшення наслідків НС природного і техногенного характеру повинно стати забезпечення гарантованого рівня безпеки особи, суспільства і

навколишнього середовища в межах показників прийнятного ризику, критерії (нормативи) яких встановлюються для відповідного періоду соціально-економічного розвитку країни з урахуванням світового досвіду в даній області.

$$M \approx S.$$

З рис. 3 витікає, що прийнятний ризик поєднує в собі технічні, соціальні, екологічні аспекти і представляє деякий компроміс між прийнятним рівнем безпеки і економічними можливостями його досягнення, тобто можна говорити про зниження індивідуального, технічного або екологічного ризику, але не можна забувати про те, скільки за це доведеться заплатити і яким у результаті виявиться соціальний ризик.

## Висновки

Розглядаючи сценарії на всіх рівнях розвитку аварії, в тому числі і за гірших сценаріїв, можна зробити розрахунки всіх видів ризику. Результати аналізу ризику використовуються при декларуванні промислової безпеки небезпечних виробничих об'єктів та експертизі промислової безпеки. Стратегія управління ризиком не є однозначною і багато в чому залежить від загального стану, пріоритетів і тенденцій розвитку економіки країни, від існуючої законодавчої та нормативної бази, налагодженості механізмів економічного і правового управління безпеки і охорони навколишнього середовища в промисловості і ряду інших факторів. Проблема управління ризиком та безпеки населення і території полягає в пошуку та реалізації оптимальної (раціональної) системи заходів, що знижують показники ризику. Оскільки показники ризику оцінюються кількісно, виникає природне запитання: що вважати

прийнятним ризиком? Питання про рівень прийнятного ризику є найбільш важливим у прийнятті рішень

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Егоров А. Ф., Савицкая Т. В. Управление безопасностью химических производств на основе новых информационных технологий. М : Химия. 2004. — 416 с.
2. Качинський А. Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. К : 2004. — 469 с.
3. Методики оценки последствий химических аварий на опасных производственных объектах. Методика «Токси-2.2.» Сборник документов. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: НТЦ по безопасности в промышленности и Госгортехнадзора России. 2002. — 206 с.

пост.11.03.15