

## МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ВЕЛИЧИНИ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

О.О. Труш<sup>1</sup>, В.Л. Степаненко<sup>2</sup>, М.Г. Сергієчко<sup>2</sup>, Н.О. Олександрова<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Академія цивільного захисту України, Харків,

<sup>2</sup>Державний департамент страхового фонду документації України)

*В роботі розглянутий метод прогнозування величини ризику виникнення надзвичайних ситуацій (НС) техногенного характеру на основі побудови „дерева причин і небезпек” з використанням теорем додавання і перемноження ймовірностей.*

*прогнозування, ризику виникнення надзвичайних ситуацій, техногенний характер, „дерева причин і небезпек” ,теорема додавання і перемноження ймовірностей*

**Вступ.** Сучасний розвиток економіки України привів до підвищення імовірності виникнення НС техногенного характеру. Це пов'язано з високою зношеністю основних виробничих фондів, аритмією технологічних процесів у наслідок економічної дезінтеграції, зниженням виробничої дисципліни, зменшенням фінансування на протиаварійні заходи.

Перелічені фактори різко знизили рівень безпеки населення та час безаварійного функціонування об'єктів промислового виробництва. Тому актуальним стає питання створення методичних підходів до прогнозування і управління ризиком, надання його кількісної оцінки.

Величиною, що характеризує ризик (тобто ступінь потенційної небезпеки) виникнення НС ( $R_{нс}$ ), є імовірність реалізації зазначених вище небезпечних подій ( $P_{небезп. под.}$ ) на протязі певного проміжку часу (наприклад, за рік). Тобто  $R_{нс} \approx P_{небезп. под.}$  за рік.

Оскільки найтяжчим наслідком будь-якої НС є загибель людей, то для забезпечення техногенної безпеки максимально допустима (з точки зору суспільства) величина  $R_{нс}$  не повинна перевищувати значення величини прийняттого індивідуального ризику загибелі людини від НС ( $R_{прийн. инд.}$ ), яка в Україні встановлена на рівні  $R_{прийн. инд} < 10^{-6}$  за рік.

Тому для встановлення рівня потенційної небезпеки негативних наслідків кожної з імовірних для досліджуваного об'єкта НС слід визначити можливу величину ризику її виникнення  $R_{нс}$  і порівняти значення цієї величини із значенням величини  $R_{прийн. инд}$  за рік.

Будь які аварії (катастрофи), пожежі та неспровоковані вибухи, аварії з викидом сильнодіючих отруйних, біологічно небезпечних чи радіоактивних речовин, раптове руйнування будівель і споруд та ін., виникають у процесі експлуатації потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) внаслідок переходу технічних пристроїв (технічних систем, технологічних систем і т. ін.) з працездатного (справного) стану у несправний стан і відбувається або з "вини" техніки (дефектів та / або відмов), або внаслідок неправильних дій персоналу.

Серед існуючих методичних підходів до прогнозування величини ризику виникнення НС техногенного характеру найбільш ефективним (на думку автора) є такий, що ґрунтується на процедурі побудови "дерева причин і небезпек", розрахунках величин ймовірностей реалізації складних сумісних чи несумісних випадкових подій [1, 2].

Будь-яка НС техногенного характеру виникає внаслідок певної причини, а, іноді, цілої низки причин. Між аварією, що сталася, та причинами, які її викликали, завжди існує причинно-наслідковий зв'язок.

Графічне зображення здійснення таких ієрархічних ланцюгових процесів одержало назву "дерево причин і небезпек", бо за формою воно нагадує вершину та кілька ярусів гілок дерева. При цьому "вершина дерева" символізує назву аварії з тяжкими наслідками, що може статися на технічному пристрої досліджуваного об'єкта. "Гілки верхнього ярусу" символізують назви тих систем технічного пристрою, які мають бути обов'язково виведеними з ладу, щоб сталася зазначена у "вершині" аварія, і назви відповідних випадкових помилок персоналу, який використовує цей пристрій за призначенням. "Гілки нижніх ярусів символізують назви саме тих деталей (вузлів), відмова яких може призвести до виведення з ладу відповідних систем, і назви відповідних випадкових помилок персоналу, який здійснює технічну експлуатацію кожної з цих систем.

Для виконання прогнозу щодо можливої величини імовірності виникнення аварії на конкретному технічному пристрої через відмову його деталей (вузлів) і / або випадкові помилки персоналу необхідно:

- відобразити взаємне розташування (за ієрархічним принципом) "вершини" та "гілок" його "дерева причин і небезпек";
- визначити та відобразити взаємні функціональні зв'язки між елементами цього "дерева", записав відповідний логічний символ „і” чи „або” (символ „і” записують у випадку, коли, наприклад, для виведення з ладу конкретної системи технічного пристрою необхідні одночасні „відмови” двох та більше деталей, що входять до складу цієї системи; символ „або” записують у випадку, коли, наприклад, для виведення з

ладу системи достатньо „відмови” хоча б однієї з кількох деталей, що входять до складу цієї системи);

- розробити аналітичні співвідношення для виконання розрахунків з визначення величин імовірності виведення з ладу окремих систем і величини імовірності виникнення аварії на технічному пристрої.

На рис. 1 показаний фрагмент можливого „дерева причин і небезпек”.

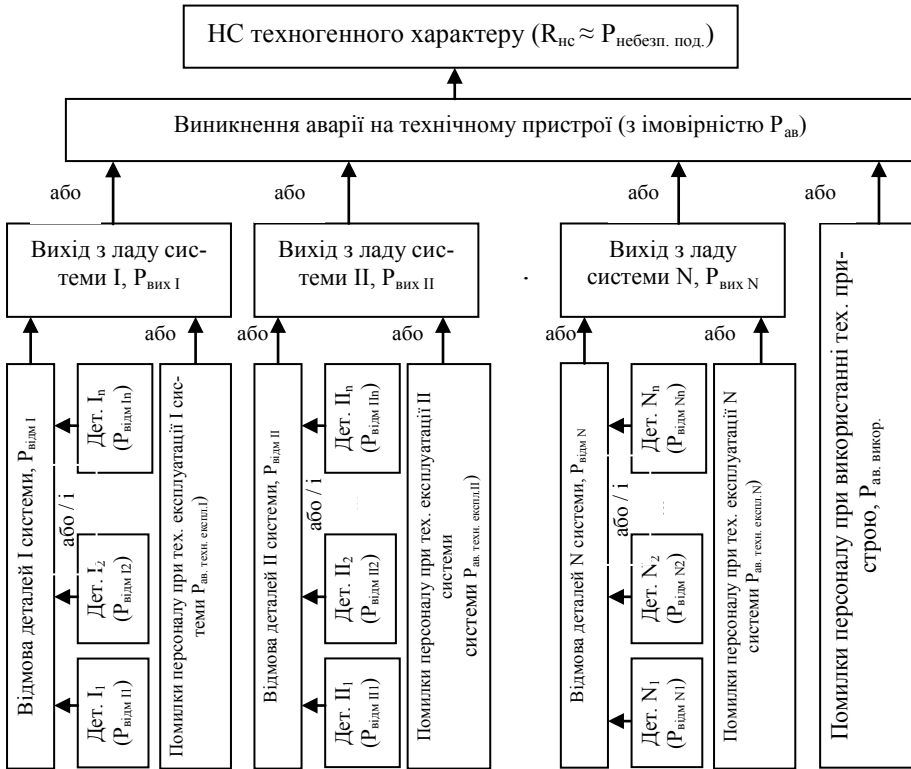


Рис. 1. Дерево причин і небезпек

Для побудови аналітичних співвідношень щодо визначення можливої величини ризику виникнення НС ( $R_{НС}$ ) техногенного характеру внаслідок аварії на конкретному технічному пристрої можливо використання теореми додавання ймовірностей і теореми перемноження ймовірностей. При цьому теорему додавання ймовірностей слід застосовувати у випадку, коли взаємні функціональні зв'язки позначені логічним символом "або", а теорему перемноження ймовірностей – у випадку, коли взаємні функціональні зв'язки означені логічним символом "і".

Конкретний приклад здійснення описаної вище роботи з використанням "дерева причин і небезпек", відображеного на рис.1, наведено у вигляді наступних аналітичних співвідношень:

$$P_{\text{вих I}} = (P_{\text{відм I1}} \times P_{\text{відм I2}} \times P_{\text{відм I3}} \times \dots \times P_{\text{відм In}}) + P_{\text{ав. техн. експл.I}};$$

$$P_{\text{вих II}} = P_{\text{відм II1}} + (P_{\text{відм II2}} \times P_{\text{відм II3}} \times \dots \times P_{\text{відм IIп}}) + P_{\text{ав. техн. експл.II}};$$

.....

$$P_{\text{вих N}} = P_{\text{відм N1}} + P_{\text{відм N2}} + P_{\text{відм N3}} + \dots + P_{\text{відм Nп}} + P_{\text{ав. техн. експл.N}};$$

$$P_{\text{ав}} = P_{\text{вих I}} + P_{\text{вих II}} + \dots + P_{\text{вих N}} + P_{\text{ав. викор.}};$$

$$R_{\text{нс}} \approx P_{\text{ав.}}$$

Відзначимо, що в процесі побудови "дерева причин і небезпек", розроблення аналітичних співвідношень і проведення розрахунку можливої величини  $R_{\text{нс}}$  для конкретного досліджуваного технічного пристрою, слід використовувати інформацію про величини ймовірностей "відмови" окремих деталей, які надаються для сучасних сертифікованих технічних пристроїв і відповідають вимогам міжнародних стандартів якості продукції. У разі дослідження "застарілих" технічних пристроїв значення величин  $P_{\text{відм.Nп}}$  реально слід приймати на один – два порядки (тобто в 10 ... 100 разів) вище, ніж аналогічних сертифікованих.

Таким чином, викладена вище методика дозволяє визначити максимально можливе значення величини ризику виникнення НС техногенного характеру ( $R_{\text{нс}}$ ), спричиненої аварією на технічному пристрої (навіть при умові суворого дотримання вимог нормативних документів щодо виготовлення, технічної експлуатації, використання за призначенням та зберігання цього пристрою).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Хэнли Э.Дж., Кумamoto X. *Надежность технических систем и оценка риска / Пер. с англ.* – М.: Машиностроение, 1984. – 420 с.
2. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. *Надежность машин.* – М.: Высш. шк., 1988. – 324 с.

Надійшла 11.02.2005

**Рецензент:** доктор технічних наук, професор І.А. Шерінков,  
Харківський державний технічний університет  
будівництва та архітектури.