

*Б.О. Білінський, к.т.н., П.В. Семенюк, М.І. Кусій (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

## **ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ МЕТОДОМ ПАРНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ**

Використання методу парної компенсації, при якому здійснюється порівняння двох багатокритеріальних альтернатив, дозволить допустити на ринок якісніші засоби індивідуального захисту і покращити захист працівників від виливу небезпечних і шкідливих факторів.

Сьогодення вимагає від нас створення сучасних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) працівників.

Складність та небезпечність робіт, що виконують підрозділи Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час проведення розвідки та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій в непридатних для дихання умовах, обумовлює застосування комплексу засобів захисту органів дихання та зору, спеціального захисного одягу та спорядження рятувальників.

У сучасних умовах розвитку різноманітні галузі народного господарства усе більш насичуються новими, і, часом, надзвичайно небезпечними речовинами і матеріалами, особливо синтетичними і полімерними, при горінні яких виділяються токсичні, небезпечні для життя людей гази. Різко зростає енергооснащеність виробництва, ускладнюються технологічні процеси.

Внаслідок цього скоротився час розвитку і локалізації пожеж. Так, час від подачі стволів до моменту локалізації оцінюється:

- до 0,5 години - 22,0 % усіх погашених пожеж;
- від 0,5 до 1,0 години – 27,0 % усіх погашених пожеж. Концентрація отруйних речовин у перші хвилини пожежі вище граничної в 12-100 разів. Середньооб'ємна температура в перші 5-6 хвилин пожежі може досягти 140-160° С (безпечною для людини є температура до 60° С). Швидкість поширення диму й отруйних речовин дуже велика (до 20 м/хв. по вертикалі).

Від диму і газів при пожежах у світі щорічно гине біля 16 чоловік на 1млн. населення, причому цей показник має тенденцію до подальшого зростання. Вже сьогодні число жертв у Швеції, Франції, США і ряді інших країн досягає 20-27 чол. на 1 млн. населення. В Україні цей показник у 2003 р. перевищив 80 чол. на 1 млн. населення.

І в цьому випадку важливе значення має введення обов'язкової сертифікації ЗІЗ працівників.

Введення обов'язкової сертифікації ЗІЗ перешкоджає появі на ринку неякісної продукції вітчизняного і закордонного виробництва, сприяє підтримці в конкурентній боротьбі тих українських виготовлювачів, чия продукція відповідає вимогам нормативних документів (НД). Допуск на ринок тільки якісних ЗІЗ дає можливість значно поліпшити захист працюючих від впливу небезпечних і шкідливих факторів.

Відповідно до статті 10 Закону України «Про охорону праці» та статті 163 Кодексу законів про працю України на роботах зі шкідливими та небезпечними умовами праці, а також роботах, що пов'язані із забрудненням, або тих, що здійснюються в несприятливих температурних умовах, робітникам і службовцям (далі – працівники) видаються безплатно відповідно до норм спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту згідно з ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартів безпеки труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация». Вказані норми визначають для власника або уповноваженого ним органу (далі – власник) обов'язковий мінімум безплатної видачі ЗІЗ.

Це Положення поширюється на підприємства, установи, організації (далі – підприємства) незалежно від форм власності і видів їх діяльності, для працівників яких є

обов'язковим застосування підчас трудового процесу спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту.

Визначення потреби в ЗІЗ на підприємстві, закладі і організації здійснюється з урахуванням чисельності працівників за професіями і посадами, передбаченими у Типових галузевих нормах безплатної видачі робітникам і службовцям спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту, або у відповідних галузевих нормах.

Власник при видачі працівникам таких засобів індивідуального захисту, як респіратори, протигази, саморятівники, запобіжні пояси, електрозахисні засоби, каски, повинен проводити навчання і перевірку знань працівників щодо правил користування і найпростіших способів перевірки придатності цих засобів, а також тренування щодо їх застосування.

Ера комп'ютеризації викликала прагнення вирішувати практичні задачі зі складними моделями і прискорила потребу в обробці складної формалізованої та неформалізованої інформації. До обробки складної неформалізованої інформації на ЕОМ відносяться процеси коригування і гармонізації нормативних баз (НБ), зокрема НБ по ЗІЗ працівників України та ЄС.

Як показано в [1-3], НБ необхідно подати у вигляді ієрархічної структури, на верхніх рівнях якої знаходяться НД, а на нижніх – параметри, що в них містяться.

*Визначення.* Сукупність параметрів  $P_a = \{P_{aj}\}$ , ( $j = 1, \dots, N$ ), закладених у НД, можна назвати вектором його детермінованого стану. Цей вектор стану, наприклад, для ЗІЗ працюючих визначає набір вимог до конкретних виробів при їхньому виробництві.

Кожен параметр  $P_a$  приймає значення зі своєї області визначення. Областю визначення параметра можуть бути множини цілих і дійсних чисел, нечіткі множини, лінгвістичні оцінки, тому простір станів може бути дуже великим. Наприклад, у ГОСТ 21306-75 «Линзы глазные солнцезащитные нефацитированные» вектор стану визначається такими параметрами: типи лінз, їх колір, коефіцієнт пропуску лінзою, коефіцієнт ослаблення, питома різниця ходу, покриття лінз, розміри дефекту, показники зовнішнього вигляду лінз, маркірування, упакування, транспортування і збереження.

У системному аналізі економічних проблем розповсюдженим методом прийняття рішень є упорядкування за якістю альтернатив (їх рангування), що має оцінки за багатьма критеріями. У системному аналізі систем з неформальними параметрами розроблено чотири методи прийняття рішення, докладно розглянуті в [4]. Вибір методу прийняття рішення залежить від характерної риси аналізу. Наприклад, при гармонізації НБ із цих чотирьох методів слід застосовувати метод, заснований на порівнянні як кількісних, так і якісних альтернатив без будь-якого переходу до кількісним змінних. Тобто, експерт здійснює вибір одного параметра з декількох - віддає перевагу одному параметру і байдужий до інших [5]. Така постановка часто зустрічається в задачах стратегічного вибору. Цей метод називається методом парної компенсації і дозволяє структурувати проблему вибору та забезпечити необхідний аналіз і оцінку можливих альтернатив.

Дана методика парної компенсації заснована на припущенні, що експерт має знання як про проблему, що стоїть перед ним, так і про бажані шляхи її розв'язання. Вибір найкращої альтернативи здійснюється на основі попарного порівняння альтернатив. Тому одним з основних питань при застосуванні розглядуваного методу є здійснення експертами процедури порівняння з урахуванням переваг кожної з пари альтернатив, оцінених за багатьма критеріями. Розробники цієї процедури базувалися на таких умовах одержання від експерта надійної інформації:

- експерт може порівнювати за перевагою оцінки дві альтернативи за окремим критерієм;
- експерт може порівнювати за перевагою оцінки дві альтернативи, що відрізняються за більшим, ніж один, числом критеріїв.

Експерт може дати одну з чотирьох можливих відповідей:

- альтернатива А переважає альтернативу В;
- альтернатива В переважає альтернативу А;
- альтернативи А і В однакові;
- відповідь дати важко.

Таким чином, відповідно до використаної методики пропонується процедура порівняння двох багатокритеріальних альтернатив на основі принципу парної компенсації, коли недоліки однієї альтернативи намагаються зрівноважити недоліками іншої та в результаті аналізують, яка ж із двох альтернатив має більші недоліки (чи менші достоїнства). До експертної оцінки при цьому ставляться три основні методологічні вимоги:

**перша** – повнота відносин між багатокритеріальними альтернативами (експерт повинен бути впевнений, що будь-які дві альтернативи порівняно);

**друга** – транзитивність на множині альтернатив (умова раціональності вибору як для математиків, так і для психологів);

**третя** – мала чутливість до людських помилок (експерт не є ідеальним вимірювальним приладом, він може робити помилки). Тому експертна оцінка повинна бути малочутлива до можливих людських помилок.

Кожен кількісний та якісний параметр НД визначається критеріями або прихованими факторами. Так, у згаданому вище ГОСТ подряпини на лінзах допускаються, якщо вони не утворюють скупчень. Ці скупчення і є прихованим фактором. Одні експерти вважають, що подряпини утворюють скупчення, інші – ні.[5] Прикладом може бути й розмова двох осіб про погоду. Перша з них каже, що погода буде гарною, ґрунтуючись на почутому прогнозі. Друга вважає, що вона буде поганою, на підставі своїх спостережень і «народних» прикмет. У даному випадку прогноз, спостереження і прикмети є прихованими факторами, урахування яких і визначає оцінку параметра – погоди.

Таким чином, параметр  $P_a$  можна виразити через приховані фактори:

$$P_a = \sum_{i=1}^n b_{p_i}, \quad (1)$$

де  $b_{p_i}$  –  $i$ -й прихований фактор параметра  $P_a$ ;  $n$  – число прихованих факторів.

З іншого боку, цей параметр можна представити вектором з компонентами - прихованими факторами:

$$P_a = [b_{p_{a1}}, \dots, b_{p_{an}}] \quad (2)$$

Експерти можуть виразити параметр через однакові приховані фактори або, як показано в прикладі з погодою, різними за якістю і відмінними за кількістю. Припустимо, що параметр оцінюють два експерти відповідно таким чином:

$$P_{a1} = [b_{p_{a1}}, b_{p_{a2}}, b_{p_{a3}}, b_{p_{a4}}]; \quad (3)$$

$$P_{a2} = [b_{p_{a1}}, b_{p_{a5}}, b_{p_{a6}}], \quad (4)$$

де  $b_{p_{a5}}$  і  $b_{p_{a6}}$  – приховані фактори, відмінні від факторів формули (3). Суб'єктивне уявлення параметра прихованими факторами визначає думку експерта при прийнятті рішення.

*Визначення.* Думка експерта про параметр  $P_a$  – це компетентність з ймовірним урахуванням прихованих факторів цього параметра, яка визначається за формулою

$$M_H = k \sum_{i=1}^n p_i b_{p_i}, \quad (5)$$

де  $M_n$  - думка;  $k$  - компетентність [3];  $P_a$  - ймовірність урахування  $i$ -го фактора (у випадку методу «так» - «ні» дорівнює  $1/2$ ). Таке визначення думки експерта справедливо і для процесу ранжування альтернатив.

Формула (5) визначає думки одного експерта за одним параметром. У загальному вигляді формула думок групи експертів за декількома параметрами:

$$M_{n\text{ заг}} = \sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^n k_l p_{lji} b_{lji}, \quad (6)$$

де  $L$  - кількість експертів;  $J$  - число розглянутих параметрів.

Оскільки приховані фактори оцінюються за схемою «так» - «ні», тобто з імовірністю  $1/2$ , то формула (6) матиме вигляд

$$M_{n\text{ заг}} = \frac{1}{2} \sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^n k_l b_{lji}, \quad (7)$$

Думка групи експертів з однаковою компетентністю при оцінюванні одного параметра визначається за формулою:

$$M_{n\text{ заг}} = \frac{1}{2} k \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^n b_{li} = \sum_{l=1}^L M_{nl} \quad (8)$$

Нехай група експертів вибирає один параметр із двох:  $P_a$  і  $P_b$ , одна група кількістю  $L_1$  вибрала параметр  $P_a$ , а друга кількістю  $L_2$  ( $L=L_1+L_2$ ) - параметр  $P_b$ . Процедуру порівняння двох альтернатив даним методом докладно розглянуто у [6], а думки експертів 1 і 2 визначаються за формулами:

$$M_{H1} = \frac{1}{2} k P_a (L_1 - L_2); \quad M_{H2} = \frac{1}{2} k P_b (L_1 - L_2). \quad (9)$$

З іншого боку, вибір найкращої альтернативи групою експертів на основі парного порівняння являє собою спільні дії. Імовірність сукупності таких дій - це добуток імовірностей при виборі параметрів окремими експертів. Аналогічно функції згоди [6] відносно ймовірність згоди групи експертів можна визначити за формулами:

$$D_1 = \prod_{l=1}^{L_1} p_l / \prod_{l=1}^L p_l; \quad D_2 = \prod_{l=1}^{L_2} p_l / \prod_{l=1}^L p_l. \quad (10)$$

де  $D_1$  і  $D_2$  - відносні ймовірності згоди 1 і 2-ї груп експертів;  $p_l$  - імовірність вибору параметра  $l$ -м експертом. Імовірність вибору одного параметра, наприклад при  $L_1 > L_2$ , дорівнює

$$D = D_1 / D_2 = \prod_{l=1}^{L_1} p_l / \prod_{l=1}^{L_2} p_l = \prod_{l=1}^{\Delta L} p_l, \quad \Delta L = L_1 - L_2. \quad (11)$$

Перевищення думок однієї групи експертів над іншою на одну думку забезпечить імовірність вибору одного параметра  $D = 1/2$ . Це значення ймовірності може призвести до того, що урахування або не урахування якого-небудь прихованого фактора може змінити думку експерта на протилежну, тобто така ймовірність підвищує можливість людської помилки. Для того, щоб прийняття рішення групою експертів було достовірним,  $D$  повинно бути менше  $1/2$ . Така умова забезпечується при  $\Delta L > 1$ . При парному числі експертів  $\Delta L$  повинна мінімально дорівнювати 2 ( $D = 1/4$ ), а при непарному -  $\Delta L = 3$  ( $D = 1/8$ ).

Такий підхід до прийняття рішення групою експертів робить метод парного порівняння нечутливим до людських помилок, та амбіцій.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Воробйов В.Д., Масюкевич О.М., Рурикевич В.Б. Основні принципи системного аналізу в процесі гармонізації нормативних документів по засобах індивідуального захисту працюючих // Проблеми охорони праці в Україні. - К.: ННДІОП, 1999. - Вип. 2. - С.88-96.

2. Воробійов В.Д., Масюкевич О.М., Рурикевич В.Б. Гармонізація нормативних документів по засобах індивідуального захисту працівників із застосуванням системного аналізу // Вісник НТУУ «КПІ», серія «Гірництво». - К.: НТУУ «КПІ»; ЗАТ «Техновибух». - 2000. - Вип. 2. - С.104-110.
3. Воробійов В.Д., Масюкевич О.М., Рурикевич В.Б., Миколенко В.Г. Аналіз нормативних баз з охорони праці як складних систем неформальними параметрами // Проблеми охорони праці в Україні. - К.: ННДІОП, 2001. - Вип. 4. - С.3-11.
4. Ларичев О.И. Противоречивые свойства методов индивидуального бора. // Доклады Академии наук. - М.: РАН. -2001.-Т. 378.-№2. - С.168-172.
5. Воробійов В.Д., Масюкевич О.М., Рурикевич В.Б. Математична модель експертної оцінки складних систем з неформальними параметрами // Вісник НТУУ «КПІ», серія «Гірництво». - К.: НТУУ «КПІ»; ЗАТ «Техновибух». - 2000. - Вип. 4. -С.103-108.
6. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. - М.: Наука-Физматлит, 1996.- 208 с.
7. Наказ Державного комітету України з нагляду за охороною праці № 170 від 29.10.1996 р. «Про затвердження Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту».
8. Ковальов П.А., Стрілець В.М., Єфремов В.В., Безуглов О.Є. «Основи створення та експлуатація апаратів на стисненому повітрі», - Харків, - 2005. - 314 с.

УДК 614.8

*В.П. Кучерявий, д.с.-г.н., проф., А.Д. Кузик, к.ф.-м.н., доц., В.В. Попович (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

## **ПРО ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ШАХТ НОВОВОЛИНСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ**

У статті описано екологічні наслідки закриття шахт Нововолинського гірничопромислового району та запропоновано заходи інженерного захисту територій

Одним із принципів цивільного захисту є мінімізація заподіяння шкоди довкіллю. Вуглевидобувна галузь, безумовно, чинить негативний вплив на навколишнє природне середовище. Внаслідок вугледобування змінюється екологічний стан природного середовища регіону, відбуваються трансформації ландшафту земної поверхні, хімічна і радіологічна токсикація ґрунтів і водойм, пило-газове забруднення атмосфери, порушується рівноважний інженерно-геологічний стан гірських порід, змінюється гідрологічний режим прилеглих територій [1, 2]. В Україні вугілля добувають у Донецькому, Дніпропетровському та Львівсько-Волинському басейнах. Розглянемо геоекологічні проблеми галузі на прикладі шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну, зокрема м. Нововолинськ.

Нововолинськ - місто обласного підпорядкування Волинської області, розташоване у басейні річки Західний Буг на території площею 1733 га. Населення Нововолинська та селища Жовтневого, яке є його адміністративною одиницею, становить 57,6 тис. мешканців. Видобування кам'яного вугілля у Нововолинському гірничопромисловому районі, здійснюється з 50-х років ХХ ст. На сьогоднішній день функціонують 4 шахти, одна будується та 6 шахт ліквідовано (рис. 1).