

О. Є. Кружилко, д-р техн. наук, Я. Б. Сторож, канд. техн. наук,  
І. З. Лютак, д-р техн. наук (ДУ «ННДІПБОП»),  
Н. А. Праховнік, канд. техн. наук (НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського)

## МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ ПРИ ПЛАНУВАННІ ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ

*У статті викладено результати аналізу методів оцінки виробничих ризиків. Для обґрунтування профілактичних заходів, спрямованих на зниження виробничого ризику, запропоновано методуку, яка базується на комплексному використанні методів математичного моделювання, експертних оцінок та інформаційних баз даних про стан охорони праці*

**Ключові слова:** охорона праці, виробничий ризик, математична модель, планування.

*В статье изложены результаты анализа методов оценки производственных рисков. Для обоснования профилактических мероприятий, направленных на снижение производственного риска, предложена методика, которая базируется на комплексном использовании методов математического моделирования, экспертных оценок и информационных баз данных о состоянии охраны труда*

**Ключевые слова:** охрана труда, производственный риск, математическая модель, планирование.

*The article presents the results of the analysis of assessment methods of industrial risks. To justify preventive measures aimed at reducing the production risk, the proposed method based on the complex use of methods of mathematical modelling, expert estimates and information databases on the state of labour protection*

**Keywords:** labor protection, occupational risk, mathematical model, planning.

Незадовільний стан охорони праці, що спостерігається на більшості підприємств України, зумовлений, зокрема, недосконалістю існуючих методів управління охороною праці, слабким впровадженням економічних методів управління, низьким рівнем планування та недостатнім фінансуванням профілактичних заходів. Метою функціонування систем управління охороною праці (далі – СУОП) є забезпечення здорових і

безпечних умов праці на підприємствах, в установах і організаціях шляхом підготовки, прийняття та реалізації рішень, спрямованих на здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів для забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Нещасні випадки на виробництві та професійні захворювання були й залишаються величезною людською трагедією, причиною найбільш масштабних соціально-економічних втрат. Разом з тим рівень виробничого травматизму та професійної захворюваності залишаються найбільш важливими показниками, за якими оцінюється ефективність управління охороною праці. Для оцінки ефективності функціонування СУОП будь-якого рівня традиційно використовуються показники стану охорони праці, насамперед, показники виробничого травматизму. Проте реформування нормативно-правової бази охорони праці потребує опрацювання принципово нових підходів до оцінки ефективності функціонування СУОП, застосування новітніх методів та технологій.

Результати проведених досліджень свідчать про те, що існуюча в Україні система управління охороною праці (СУОП) як на державному, так і на виробничому рівнях є недостатньо результативною. В сучасних умовах на фоні послаблення механізму державного регулювання у сфері охорони праці внаслідок політичної та економічної кризи було порушено вертикаль державного нагляду, спостерігається зниження ефективності управління та координації діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади щодо створення безпечних і здорових умов праці на підприємствах [1, 2].

Останнім часом вітчизняне виробництво орієнтується на міжнародне законодавство з охорони праці, у якому для обґрунтування профілактичних заходів застосовуються результати аналізу ризиків травмування на виробництві, а планування заходів із профілактики виробничого травматизму здійснюється з урахуванням фактора ризику. Проте для застосування таких методів управління охороною праці необхідні принципово інші, ніж застосовувалися до цього часу, методичні підходи до планування профілактичних заходів, які мають урахувати фактор ризику. Розробка та застосування таких методів має забезпечити створення інформаційної та розрахунково-аналітичної основи для планування й реалізації ефективних профілактичних заходів, спрямованих на мінімізацію ризиків травмування на виробництві при обмежених ресурсах, що виділяються на ці заходи, та за відсутності технічних можливостей для створення абсолютно безпечних умов праці. Аналіз наукових праць та публікацій свідчить про значний інтерес до цієї проблеми в сучасних умовах [3, 4].

Прийнятий в Україні стандарт ДСТУ-П ОHSAS 18002:2006 встановлює вимоги до «Системи управління безпекою та гігієною праці»

для надання організації можливості контролювати ризики безпеки та гігієни праці та покращити свою діяльність. Впровадження на підприємствах СУОП, розробленої з урахуванням вимог цього стандарту, забезпечує:

- зниження ризику нещасних випадків та професійних захворювань;
- виконання національних законодавчих та підзаконних актів;
- належну організацію всіх видів робіт з охорони праці;
- зниження витрат, пов'язаних з охороною праці (у тому числі – штрафних санкцій).

Відповідно до вищевказаного стандарту основою СУОП має стати ідентифікація та оцінювання ризику небезпек настання нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань. Враховуючи те, що національну нормативно-правову базу ще не приведено у відповідність з Європейськими стандартами та директивами, вказаний стандарт прийнято в Україні як національний пробний стандарт для інформування та визначення можливості його наступного застосування та впровадження як національного стандарту.

Комплексна оцінка безпеки праці в складних виробничих системах (цех, підприємство, виробниче об'єднання) має базуватись, у першу чергу, на статистичних даних з охорони праці, а при їх недостатньому обсязі – на даних експертних оцінок параметрів умов праці, стану обладнання тощо. Такий підхід є найбільш реальним для застосування, дозволяє використовувати різні методи розрахунку критеріїв оцінки умов і безпеки праці.

Як критерій оцінки ефективності управління безпекою праці може використовуватися величина виробничого ризику. Для вітчизняної практики управління ризиками ці напрями також є актуальними. Відмічено, що оцінка ризиків поки що має обмежене використання на практиці в Україні. І хоча аналіз наукових праць свідчить про існування належних алгоритмів, методик і математичного апарату для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між різними чинниками та рівнем виробничого ризику, привертає увагу той факт, що при оцінці ризику недостатньо враховуються особливості підприємств різних галузей, що в сучасних умовах, як свідчить практика, не завжди дозволяє отримати адекватний небезпеці результат оцінювання.

Методи ідентифікації та оцінки виробничих ризиків на даний момент являють собою широке різноманіття. Існує декілька класифікацій методик оцінювання ризиків, наприклад, техніки оцінювання поділяються на кількісні, якісні та гібридні. Але структура інструментів і термінології може потенційно привести до зміщених або неправильних оцінок ризику. Тож при удосконаленні методик найбільш перспективним напрямом є зосередження насамперед на кількісних методиках, що найкраще зарекомендували себе на практиці. Проте необхідно враховувати той факт,

що існуючі методичні підходи до оцінки виробничих ризиків не можуть вважатися універсальними для підприємств різних галузей, а результативність їх використання значною мірою залежить від робочого середовища, тобто конкретного контексту ризик-менеджменту. Отже зовнішні та внутрішні умови організації мають бути якнайбільше враховані при виборі методик оцінювання ризиків.

Не повною мірою використовуються результати оцінки ризиків і при встановленні профілактичних заходів для зниження рівня виробничого травматизму на підприємствах, не зважаючи на достатньо великі наукові напрацювання, які дозволяють формувати науково-обґрунтовані рекомендації з планування заходів з охорони праці, спрямованих на додержання допустимого рівня ризику. Встановлено та теоретично досліджено ряд залежностей, таких як вплив стажу роботи працівника та його віку на рівень професійного ризику. Отримані математичні рівняння, що характеризують цей вплив, можуть бути використані на практиці для прогнозування ризику [5].

Для вдосконалення управління охороною праці на підприємствах пропонуються переважно підходи, що базуються на реактивних заходах, механізм превентивних дій не надто розвинений або не реалізується через брак фінансово-адміністративних важелів. Результативність управління оцінюється за показниками виробничого травматизму, хоча ці показники фіксують наслідки процесів управління, коли час для превентивних заходів упущений. Аналіз теорії та практики процесу формування профілактичних заходів на підприємствах переконливо свідчить, що оцінка виробничих ризиків враховується не повною мірою.

При реалізації профілактичних заходів не завжди здійснюється оцінка їх результативності. Отже можна вважати актуальним завдання розробки методичних засад оцінки виробничих ризиків, які були б прийнятними для підприємств різних видів економічної діяльності, а також забезпечували порівняльну оцінку стану виробничої безпеки підприємств різних галузей. Використання отриманих оцінок дозволить раціонально планувати профілактичні заходи.

На сучасному рівні розвитку систем управління важливою є практична реалізація такого або подібних підходів за допомогою спеціалізованих інформаційних систем, які дозволяють автоматизувати процес аналізу початкових даних та розрахунку прогнозу. Недосконалі, а в окремих випадках відсутні інформаційні системи, призначені для автоматизації розрахунків рівнів виробничого ризику, що ускладнює практичне впровадження на підприємствах ризик-орієнтованих підходів. Крім того, реалізація сучасних методів наукової підтримки планування заходів передбачає наявність актуалізованих без даних та відповідних інформаційних систем, застосування яких дозволить оперативно

розраховувати рівень виробничого ризику залежно від стану чинників, що впливають.

Найбільш поширені кількісні методи оцінки виробничого ризику являють собою добуток множників, кількісно визначених за встановленими шкалами [6]. Серед них, враховуючи свою простоту та наочність, найпоширенішим став матричний метод «вірогідність–шкода». Це систематичний підхід до оцінки ризиків ( $R$ ), що полягає в знаходженні добутку можливості настання небезпеки ( $P$ ) та серйозності наслідків впливу небезпеки ( $S$ ):

$$R = P \cdot S. \quad (1)$$

Для визначення можливості небезпеки ( $P$ ) і серйозності наслідків ( $S$ ) найчастіше використовують бальну шкалу оцінок (від 1 до 3, або від 1 до 5). Таким чином, ранжування ризиків здійснюється за матрицею розподілення добутку цих величин. Базовий метод наразі має значну кількість модифікацій шкал і кількості множників. Ранжування оцінок ризику здійснюється за матрицею розподілення добутку цих величин. Як основні недоліки методу слід відзначити складність підбору шкал та рівня деталізації, а також велику частку суб'єктивізму та приблизності при проведенні оцінювання ризиків.

Одним із законодавчо закріплених заходів, спрямованих на вирішення питань охорони праці, є контрольно-наглядова діяльність. Практика свідчить, що ефективність державного нагляду з охорони праці значною мірою залежить від методичного та інформаційно-аналітичного забезпечення наглядових органів у процесі планування їх діяльності. Використання математичних моделей, що враховують оцінки ризику виробничого травматизму, складові якої забезпечені кількісною статистичною інформацією, дозволяє підвищити ефективність планування контрольно-наглядової діяльності [7, 8].

Побудова математичних моделей здійснюється методом регресійно-кореляційного аналізу. При цьому будується множина моделей ( $Y'$ ) з ітераційним збільшенням кількості членів поліному:

$$\begin{aligned} Y^1 &= a_0 + a_1 X_1; \\ Y^2 &= a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2; \\ Y^3 &= a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3; \\ &\dots \\ Y^k &= a_0 + \sum_{i=1}^n a_i X_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} X_i X_j + \dots \end{aligned} \quad (2)$$

Точність апроксимації кожної з множини побудованих моделей ( $\Delta_A^i$ ) оцінюється за середнім модулем відхилення фактичного та розрахункового значень модельованого показника (взятого у відсотках):

$$\Delta_A^i = 100 - \delta_A^i, \quad (3)$$

де  $\delta_A^i$  – помилка апроксимації при використанні  $i$ -ї моделі (у відсотках):

$$\delta_A^i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \left| \frac{y_j - y_j^i}{y_j} \right| \cdot 100\%, \quad (4)$$

де  $y_j, y_j^i, j=1, \dots, m$  – відповідно фактичне та розрахункове значення показника, яке отримано з використанням  $i$ -ї моделі підмножини  $Y'$ .

З множини побудованих моделей множини  $Y'$  слід обрати ту, яка має максимальну точність.

Таким чином, для адекватної оцінки виробничих ризиків на підприємствах необхідно використовувати методіку, що базується на комплексному використанні методів математичного моделювання, експертних оцінок та інформаційних баз даних про стан охорони праці, а їх практична реалізація забезпечить інформаційно-аналітичне обґрунтування планування заходів зі зниження ризиків.

Таким чином СУОП на державному рівні слід розглядати як складну динамічну організаційну систему, в якій закладено потужні механізми саморегулювання, ефективне використання яких передбачає виявлення та математичне визначення основних закономірностей її функціонування. Застосування виявлених закономірностей та кількісних оцінок впливу контрольно-наглядової діяльності на показники виробничого ризику дозволить вдосконалити організацію державного нагляду за охороною праці та промисловою безпекою.

#### Список літератури

1. Кружилко О. Є. Наукові засади оперативного управління охороною праці: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.26.01 «Охорона праці» / О. Є. Кружилко. – ДУ «ННДІПБОП». – Київ, 2011. – 36 с.
2. Майстренко В. В. Удосконалення системи обліку та аналізу виробничого травматизму й наглядової діяльності / В. В. Майстренко, О. А. Кириченко, С. Г. Полукарова, Н. А. Праховнік // Інформаційний

бюлетень з охорони праці. – К. : ДУ «ННДПБОП», 2008. – № 4(50) – С. 12–16.

3. Кружилко О. Є. Управління ризиком травматизму на виробничих підприємствах / О. Є. Кружилко, В. В. Майстренко, К. Н. Ткачук, О. І. Полукаров // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. – К. : ДУ «ННДПБОП», 2013. – Вип. 26 – С. 3–8.

4. Кружилко О. Є. Алгоритм вибору методів та визначення результативності оцінки ризику / О. Є. Кружилко, О. В. Богданова // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Екологічна безпека – 2016. – Вип. 2 (97), частина 1. – С. 76–81.

5. Водяник А. О. Методологічні основи врахування фактора ризику в профілактиці виробничого травматизму: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.26.01 «Охорона праці» // А. О. Водяник. – ННДПБОП. – Київ, 2008. – 36 с.

6. Кружилко О. Є. Особливості застосування модифікованого матричного методу оцінювання виробничого ризику / О. Є. Кружилко, О. В. Богданова // Теорія і практика будівництва. – 2015. – № 15. – С. 19–23.

7. Майстренко В. В. Підвищення ефективності управління державним наглядом за охороною праці на підприємствах вугільної промисловості : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.01 01 «Охорона праці» / В. В. Майстренко, ДУ «ННДПБОП». – Київ, 2015. – 157 с.

8. Романенко Н. В. Методика аналізу виробничого травматизму з урахуванням показників функціональної діяльності інспекторів з нагляду за охороною праці / Н. В. Романенко // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. – Київ, 2009. – Вип. 17. – С. 17–26.

*Дата подання статті до збірника – 24.03.2017*