

УДК 331.46

ALGORITHM OF TAKING MANAGEMENT DECISIONS BASED ON THE COMBINED OCCUPATIONAL RISK ASSESSMENT METHOD

O. Kruzhilko, O. Bogdanova

National Research Institute of Industrial Safety and Health

Key words:

*Context of risk
management
Risk-relevant information
Combined risk assessment
method
Algorithm of taking
management decisions
Occupational health and
safety management
system*

ABSTRACT

The combined method of assessing the risk of traumatic events for the manufacturing has been shown. It is created on the basis of risk-relevant information, namely, the characteristics of the context of risk management. Based on experimental data, it is proven that the combination of techniques enables to determine the risk levels more accurately. The method allows defining the average risk assessment for traumatic events and the degree of risk acceptability. It is proposed to conduct the risk management based on the expert evaluation of risk reduction measures with the use of risk reduction hierarchy. It leads to taking valid management decisions for risk reduction. Thus, the performance of health and safety management system can be significantly improved. The algorithm can be the basis for the creation of information and analytical programs.

Article history:

Received 15.02.2016
Received in revised form
12.03.2016
Accepted 21.03.2016

Corresponding author:

O. Kruzhilko

E-mail:

olkruzhilko@ukr.net

АЛГОРИТМ ПІДГОТОВКИ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ ОЦІНКИ РИЗИКУ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ

О.Є. Кружилко, О.В. Богданова

Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці

У статті запропоновано комбінований метод оцінки ризиків настання травматичних подій на виробництві на основі ризик-значущої інформації — характеристики контексту ризик-менеджменту. На підставі експериментальних даних встановлено, що комбінацією методів можливо визначити рівні ризиків з більшою ймовірністю. Розроблено метод знаходження середньозваженого ризику настання травматичних подій і ступеня прийнятності ризиків. Визначення методів управління запропоновано здійснювати на підставі експертної оцінки заходів за ієрархією зниження ризиків. Алгоритм може бути основою для створення інформаційно-аналітичної програми.

Ключові слова: контекст ризик-менеджменту, ризик-значуща інформація, комбінований метод оцінки ризиків, алгоритм прийняття управлінських рішень, система управління гігієною та безпекою праці.

Постановка проблеми. У відповідь на сучасні виклики євроінтеграції, що на теперішній час актуальні для України [1], необхідним є розроблення практичних інструментів, які б дозволяли імплементувати норми чинного в ЄС законодавчого права. В системі управління гігієною та безпекою праці це насамперед стосується методів впровадження ризик-орієнтованого підходу, що вимагається директивою ЄС № 89/391/ЄЕС [2] для проведення оцінки ризиків на робочих місцях.

На сьогодні першочерговим є питання визначення оцінки ризиків у нормативно-правових актах України, але швидкість практичного застосування оцінки ризиків буде залежати від наявності структурованої науково-методичної бази, системи навчання та контролю впровадження оцінки ризиків. З метою формування бази практичного інструментарію оцінювання та з урахуванням шестирічного досвіду проведення оцінки ризиків на підприємстві харчової галузі пропонується алгоритм прийняття управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризиків виробничого травматизму, що сприяє залученню персоналу підприємства до оцінки ризиків, а також збільшує результативність системи управління гігієною та безпекою праці.

Мета статті. Розробити алгоритм прийняття управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризиків, що надасть можливість реалізувати в конкретному робочому середовищі класичні етапи оцінювання ризиків, такі як ідентифікація, аналіз і порівняльна оцінки ризиків.

Матеріали і методи дослідження. Для того, щоб обрати методи оцінювання, ідентифікувати ризики настання травматичних подій на підприємстві на основі ризик-значущої інформації, застосувати комбінацію декількох методів оцінки ризиків, визначити прийнятність ризиків, обґрунтовано обрати заходи щодо зниження рівня ризиків для подальшого управління, були використані вимоги та рекомендації з оцінки ризиків, викладені у міжнародних і британських стандартах, наукові дослідження з оцінки ризиків вітчизняних та зарубіжних авторів, розміщені для загального доступу у фахових виданнях на сторінках Інтернет-ресурсів. Результати дослідження були апробовані на базі українського промислового підприємства тютюнової галузі (КВЕД ДК 009:2010 12.00), що має сертифіковану систему управління гігієною та безпекою праці згідно зі стандартом BS OHSAS 18001:2007 (2009 р.).

Викладення основних результатів дослідження. Аналіз вимог міжнародних стандартів ризик-менеджменту у сфері гігієни та безпеки праці [3, 4, 5], досліджень українських і зарубіжних вчених з питань прикладної оцінки ризиків [6, 7, 8] надав можливість побудувати алгоритм прийняття управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризиків травматизму (рис.).

Опис етапів алгоритму та принципи викладені нижче. Особлива увага приділяється першим двом етапам. Підготовчі, початкові етапи є одними з найважливіших в алгоритмі, оскільки визначають подальшу конфігурацію й об'ємність процесу. На цих етапах визначається контекст ризик-менеджменту

та його характеристика у вигляді ризик-значущої інформації, обираються методи оцінки ризику.



Рис. Алгоритм прийняття управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризику виробничого травматизму

Етап 1. Початковий етап визначення контексту ризик-менеджменту й обрання методів оцінки ризиків. Під контекстом ризик-менеджменту слід розуміти сукупність внутрішніх і зовнішніх факторів (умов), у рамках яких здійснюється управління ризиками [4] (англ. context — середовище організації). Практика ризик-менеджменту [7] доводить, що не існує універсального або оптимального методу оцінки ризику, тому обрання методів оцінки ризиків має бути пристосованим до контексту ризик-менеджменту конкретної організації.

Обрання методів оцінювання часто викликає складність. Найчастіше вибір здійснюють із 31 методу (стандарт ISO/IEC 31010:2009), що розділені на п'ять груп [5]: креативні методи, методи аналізу сценаріїв, методи аналізу індикаторів, методи функціонального аналізу, статистичні криві. Стандарт містить описи методів, їх недоліки та переваги, але саме обрання методу не є стандартизованим процесом і здійснюється на розсуд організації.

Найпоширенішим і найбільш раціональним серед стандартних методів оцінки ризику для промислових підприємств є метод «матриця наслідків та

імовірностей» [6]. Численні європейські методики оцінки ризику також засновані на матричному методі [7]. У базовому методі «Матриця наслідків та імовірностей» ризик визначений як добуток імовірності виникнення й серйозності наслідків [8]. Незважаючи на його поширеність, метод дає приблизні результати, адже призначений для попередньої оцінки ризику [5], тому існує необхідність у залученні додаткових методів для оцінки ризику відповідно до характеристик контексту ризик-менеджменту. Охарактеризувати контекст пропонується за допомогою ризик-значущої інформації.

Етап 2. Формування масиву початкових даних на основі ризик-значущої інформації. Для характеристики контексту ризик-менеджменту організації пропонується оперувати поняттям «ризик-значущої інформації». Це достовірні кількісні дані, отримані емпіричним шляхом, що характеризують імовірність настання наслідків подій, які створюють загрозу життю й здоров'ю людей. Методи адекватної оцінки кількісних даних ризик-значущої інформації і є методами оцінки ризиків у контексті ризик-менеджменту.

Пропонується такий принцип відбору ризик-значущої інформації:

- інформація, що характеризує настання травматичних подій у минулому часі (статистика травматизму);
- інформація, що характеризує сучасний стан загроз життю та здоров'ю людей (поточні невідповідності вимогам безпеки);
- інформація, що характеризує майбутній стан загроз виробничого середовища (прогнозування та моделювання).

Таким чином формується масив початкових даних — показників ризик-значущої інформації, що оброблюються комбінацією обраних методів оцінки ризику.

На підприємстві, що досліджується, накопичений значний масив інформації, що кількісно збирається й оцінюється. Так, здійснюється оцінка ризиків модифікованим матричним методом «імовірність-шкода», впроваджений профілактичний принцип виявлення потенційно небезпечних випадків (Near Miss — англ. «майже втрата») та реагування на них на базі трикутника травматизму, ведеться розслідування не тільки нещасних випадків, але й потенційно небезпечних випадків, мікротравм тощо. Враховуючи широкий спектр показників ризик-значущої інформації, для її оброблення підібрані відповідні стандартні методи оцінки ризиків:

- кількість травм із втратою працездатності за кожним видом травматичних подій;
- кількість фатальних випадків за кожним видом травматичних подій;
- кількість повідомлень працівників щодо потенційно небезпечних випадків;
- кількість невідповідностей за результатами зовнішніх і внутрішніх перевірок, які можуть спричинити настання травматичних подій;
- кількість небезпечних факторів із високим рівнем ризику.

На більшості українських підприємств найчастіше база показників ризик-значущої інформації невелика, але перевага запропонованого комбінованого методу оцінки ризику полягає саме в тому, що він стимулює збір необхідних даних, їх аналіз та управління ризиками.

Набір показників ризик-значущої інформації може бути збільшений або зменшений залежно від можливостей підприємства. Чим більше доступних

для аналізу показників, тим більш адекватним буде процес оцінки ризику реальним небезпечним факторам на виробництві.

Період, за який формується масив даних для аналізу, та джерела надходження визначаються окремо для кожного показника ризик-значущої інформації. Необхідна умова — створення репрезентативної вибірки даних, що мають цінність з точки зору отримання інформації щодо ризиків у даному контексті ризик-менеджменту.

Привівши результати оцінки до єдиного виду, наприклад, розклавши результати оцінки за видами травматичних подій, їх можна компіювати та адекватно визначити ризик їх настання. На підслідному підприємстві було оброблено ризик-значущу інформацію за 2009—2014 роки. Для можливості подальшого зіставлення результати оцінок були приведені до єдиного вигляду за допомогою розкладання за 18 видами травматичних подій.

Етап 3. Знаходження масового розподілення ризику за видами травматичних подій для кожного показника ризик-значущої інформації. Масив даних має вигляд таблиці (табл.), де по горизонталі вказані види травматичних подій (m), по вертикалі — види показників ризик-значущої інформації (n). На перетинах вказане число зафіксованих травматичних подій за кожним із показників R_{nm} , де $n = 1...5$, $m = 1...18$, загальна кількість подій для кожного показника розраховується як сума елементів рядка:

$$R_n = \sum_{m=1}^{18} R_{nm} , \quad (1)$$

де $n = 1...5$; $m = 1...18$.

Дольовий розподіл ризику за видами травматичних подій обчислюється як відношення кількості кожної травматичної події до загальній кількості травматичних подій для кожного показника ризик-значущої інформації, взяте у відсотках:

$$R'_{nm} = \frac{R_{nm}}{R_n} \cdot 100\% . \quad (2)$$

Для кожного виду травматичних подій обчислюється середнє арифметичне значення масового розподілення ризику за п'ятьма показниками ризик-значущої інформації у відсотках:

$$\bar{R}_{nm} = \frac{1}{5} \sum_{m=1}^{18} R_{nm} . \quad (3)$$

Обчислення розподілення ризику настання травматичних подій на підставі ризик-значущої інформації представлено у табл.

Встановлено, що процентне розподілення ризиків для різних показників ризик-значущої інформації відрізняється одне від одного. Це свідчить про відмінність найбільш травмонебезпечних випадків, виявлених при аналізі ризик-значущої інформації різними методами.

Отже, загальна оцінка ризику підприємства буде неповною, якщо врахувати лише частину ризик-значущої інформації або застосовувати один метод. За рахунок акумуляції, обробки різними методами та зіставлення ризик-значу-

щої інформації відбувається удосконалення базового методу оцінки ризику, що застосовується в організації, визначення найбільш небезпечних факторів проходить з більшою ймовірністю і призводить до більш результативного спрямованого зниження ступеня ризику.

Етап 5. Визначення прийнятності ризиків. Залежно від величини середньозваженого ризику настання травматичних подій пропонується механізм віднесення ризику до однієї з груп: неприйнятний, середній і припустимий. Відповідно до загального підходу управління ризик поділяється на три групи [9]:

1. Найвищий, неприйнятний рівень ризику безвідносно переваг прийняття ризику. Управління ризиком є необхідним незалежно від затрат.

2. Середній рівень ризику, для якого прийняття ризику можна рахувати у співвідношенні до витрат.

3. Припустимий рівень ризику, тобто незначний, при якому не має необхідності у зниженні рівня ризику, адже витрати на зниження ризику перевищують переваги, рівень ризику знижений настільки, наскільки це реально можливо (ALARP — «as low as really possible»).

У представленому методі пропонується розділити отриману шкалу процентного значення рівня ризику $[0...R_{nm}^{max}]$ настання травматичних подій на три рівні частини. До вищої (неприйнятної) групи ризику відносяться травматичні події з рівнем ризику $[\frac{2}{3}R_{nm}^{max}...R_{nm}^{max}]$, до середньої групи ризику: $[\frac{1}{3}R_{nm}^{max}... \frac{2}{3}R_{nm}^{max}]$, до найнижчої (прийнятної) групи ризику: $[0... \frac{1}{3}R_{nm}^{max}]$.

За даними дослідження визначена прийнятність ризиків при $R_{nm}^{max} = 11,9\%$ (табл.).

Таблиця. Визначення ризику настання травматичної події на підставі усереднення масових розподілень ризику за показниками ризик-значущої інформації

Види травматичних подій	Показники ризик-значущої інформації	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	m1 Контакт із рухомих обладнанням або матеріалом		18,75	7,54	4,04	4,60	11,58	8,82	2,21	0,74	9,74	0,37	0,74	0,00	0,00	2,39	0,92	2,94	1,10	23,53
	m2 Удар предметом, що рухається, летить або падає																			
	m3 Згнічення із рухомих транспортним засобом																			
	m4 Згнічення із нерухомих або стаціонарним об'єктом																			
	m5 Травмування при підйманні або перенесенні																			
	m6 Сковання, спотикання або падіння на одному рівні																			
	m7 Падіння з висоти																			
	m8 Затискання при обваленні																			
	m9 Контакт з обладнанням, що не працює																			
	m10 Дія або контакт з небезпечними речовинами																			
	m11 Контакт з відкритим вогнем, гарячою речовиною або поверхнею																			
	m12 Дія вибуху																			
	m13 Контакт з електрострумом або електророзряд																			
	m14 Використання переносного обладнання або ручного інструменту																			
	m15 Фізична дія зі сторони іншої особи																			
	m16 Інші види випадків (утоплення, асфіксія, тощо)																			
	m17 ДТП під час роботи																			
	m18 ДТП під час дороги з/на роботі																			

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Частка смертельних випадків за кожним видом травматичних подій n2, %	0	0	11,11	0	0	0	44,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44,44	0
Частка повідомлень працівників щодо потенційно небезпечних випадків n3, %	13,77	8,50	3,24	10,53	3,24	17,81	1,62	0,40	2,02	10,53	12,55	2,43	8,50	0,40	0,00	3,24	0,40	0,81
Частка невідповідностей, які можуть призвести до настання травматичних подій за результатами зовнішніх і внутрішніх перевірок n4, %	11,54	3,85	7,69	3,85	0,00	7,69	7,69	0,00	11,54	15,38	23,08	0,00	3,85	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00
Кількість небезпечних факторів із високим рівнем ризику настання травматичних подій, за оцінкою ризику матричним методом «імовірність-шкода» n5, %	6,25	8,33	14,58	2,08	2,08	4,17	2,08	0,00	0,00	33,33	2,08	4,17	6,25	2,08	0,00	2,08	8,33	2,08
Середнє арифметичне значення масового розподілення ризику за показниками для кожного виду травматичних подій	10,06	5,64	8,13	4,21	3,38	7,70	11,61	0,23	4,66	11,92	7,69	1,32	3,72	1,74	0,18	1,65	10,86	5,28
Рівень ризику: неприйнятний — н; середній — с; припустимий — п	н	с	н	с	п	с	н	п	с	н	с	п	п	п	п	п	н	с

Етап 6. Визначення необхідності й умов зниження ризиків настання травмонебезпечних подій. Для неприйнятного та середнього рівнів ризиків необхідне запровадження заходів управління. Умовами для зниження рівня ризику є виконання послідовності ієрархії зниження ризиків, як це зазначено у [3]: усунення→заміна→технічний контроль→адміністративний контроль→засоби захисту. Для неприйнятних ризиків умовою є застосування заходів

трьох вищих щаблів ієрархії як найбільш результативних. Якщо рівень ризику відноситься до припустимого, у застосуванні заходів для його зниження немає потреби, доки не зміняться фактори впливу даний ризик, умови оцінювання ризиків тощо.

Етап 7. Визначення масиву заходів для зниження ризиків настання травматичних подій. Масив заходів для зниження ризиків настання травматичних подій неприйнятної та середнього рівня за ієрархією зниження формується відповідальними особами підприємства, найчастіше представниками відділу охорони праці, експертно-технічною радою тощо для подальшої експертної оцінки.

Етап 8. Підбір експертної групи та критеріїв для визначення заходів із зниження рівня ризиків. Для методів управління ризиками пропонується використати експертний метод оцінок (модифікований метод Делфі), коли експертна група за визначеними критеріями обирає найбільш результативні методи зниження ризиків.

Для застосування методу експертних оцінок до вибору заходів зниження ризиків настання травматичних подій необхідним етапом є обрання експертної групи та визначення критеріїв вибору.

Етап 9. Забезпечення експертів інформацією, постановка завдання для визначення заходів із зниження рівня ризику. Для кожного з експертів визначається завдання, повідомляються умови та критерії вибору, надається масив заходів для оцінювання. Для даного підприємства було визначено 55 заходів, по 5 для кожного з 11 факторів ризику неприйнятної та середнього рівнів. Група з чотирьох експертів приймала рішення щодо прийнятності заходів за п'ятьма критеріями: результативність заходу, стабільність результату, ефективність заходу, швидкість впровадження, легкість впровадження.

Етап 10. Оброблення результатів експертної оцінки. Визначається сума оцінок експертів для кожного із заходів. За отриманими балами заходи ранжуються, починаючи із найбільших балів, таким чином визначається їх пріоритетність.

Етап 11. Підготовка проекту управлінських рішень на основі експертної оцінки. На основі визначених експертами пріоритетних заходів готується проект програми виконання заходів для зниження рівня ризиків настання травматичних подій на підприємстві. Планування заходів здійснюється циклічно із періодичністю, визначеною підприємством, у даному випадку — 1 рік.

Висновки

Запропонований алгоритм прийняття управлінських рішень з використанням комбінованого методу оцінки ризиків виробничого травматизму на основі ризик-значущої інформації та вибору заходів зниження рівня ризику при практичному застосуванні дає змогу кількісно оцінити контекст ризик-менеджменту конкретного підприємства за допомогою показників ризик-значущої інформації, реалізувати сукупність методів оцінки ризиків, які сприятимуть залученню персоналу до питань охорони праці, підвищенню рівня культури безпеки на підприємстві. Реалізація запропонованого алгоритму дозволяє підвищити достовірність оцінювання ризиків, провести зіставлення ризик-значущої інформації шляхом знаходження середньозваженого ризику, що надає

можливість визначення найбільш небезпечних факторів з більшою ймовірністю, а отже, й більш результативно знижувати ступінь ризику. Алгоритмом передбачено використання методів експертних оцінок при обґрунтуванні заходів щодо зниження ризику, що дозволяє ефективно й цілеспрямовано витратити кошти, підвищувати результативність системи управління гігієною та безпекою праці підприємства. Як свідчить практичний досвід, для реалізації алгоритму прийняття управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризиків виробничого травматизму необхідно створити інформаційно-аналітичну комп'ютерну систему, яка надасть можливість обробляти й аналізувати бази даних оцінки ризиків на промисловому підприємстві.

Література

1. *Угода* про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони, ратифікована Законом № 1678-VII від 16.09.2014 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1678-18>.
2. *Директива* № 89/391/ЕЭС Совета о введении мер, содействующих улучшению безопасности и гигиены труда работников на производстве. — Официальный журнал ЕС L 183. — 29.06.1989. — С. 1.
3. *Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Руководящие указания по внедрению BS OHSAS 18001:2007* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://tmc.tm/upload/iso18001.pdf>.
4. *ISO 31000:2009 «Риск менеджмент. Принципы и руководства»* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.pqm-online.com/assets/files/lib/std/iso_31000-2009%28r%29.pdf.
5. *ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010:2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» (ISO/IEC 31010:2009 «Risk management — Risk assessment techniques»)* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://ivan-shamaev.ru/wp-content/uploads/2013/05/31010-2011_Russia.pdf.
6. *Раджаб М.* Инструментарий выбора рационального метода оценки риска при разработке, внедрении и улучшении интегрированной системы управления / М. Раджаб, В.А. Залогова, А.В. Ивченко, Н.В. Сущенко // Сборники научных работ НТУ «ХПИ»: Сучасні технології в машинобудуванні № 8. — НТУ «ХПИ», 2013. — ISSN 2078-7499.
7. *Marhavilas P.K., Koulouriotis D., Gemeni V.* Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, Classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000—2009 // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. — 2011. — # 24. — P. 477—523.
8. *Elmontsri M.* Review of the strengths and weaknesses of risk matrices // Journal of Risk Analysis and Crisis Response. — 2014. — Vol. 4, #. 1. — P. 49—57.

АЛГОРИТМ ПОДГОТОВКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ РИСКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

О.Е. Кружилко, О.В. Богданова

Национальный научно-исследовательский институт промышленной безопасности и охраны труда

В статье предложен комбинированный метод оценки рисков наступления травматических событий на производстве на основе риск-значимой информации — характеристики контекста риск-менеджмента. На основании экспе-

риментальных данных установлено, что комбинацией методов можно определить уровни рисков с большей вероятностью. Разработан метод нахождения средневзвешенного риска наступления травматических событий и степени приемлемости рисков. Определение методов управления предлагается осуществлять на основании экспертной оценки мероприятий по иерархии снижения рисков. Алгоритм может быть основой для создания информационно-аналитической программы.

Ключевые слова: *контекст риск-менеджмента, риск-значимая информация, комбинированный метод оценки рисков, алгоритм принятия управленческих решений, система управления гигиеной и безопасностью труда.*