

Д. С. Козодой, канд. техн. наук, доцент, А. С. Сколота
(Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків)

ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ОБУМОВЛЮЮТЬ РІВЕНЬ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Вступ. На залізничному транспорті України протягом останніх 10 років сталося понад 1800 нещасних випадків, при яких травмовано 1911 працівників, у тому числі 202 – зі смертельним наслідком.

Залишається дуже високим рівень смертельного травматизму. Так, у 2012 році з кожних 8 зареєстрованих нещасних випадків, що пов'язувались з виробництвом, фіксувався один із смертельним наслідком. Такий показник є одним за найгірших порівняно з іншими галузями промисловості України. Кількість днів непрацездатності збільшилася на 1942 робочих дня, з 8572 днів у 2011 році до 8724 – у 2012 [1].

Актуальність. Практика показує, що в цей час на фоні використання для оцінки рівня охорони праці показників виробничого травматизму й похідних від нього (коефіцієнтів частоти й тяжкості травматизму), що мають малу прогностичну цінність, демонструється нездатність наявного механізму регулювання охорони праці й стимулювання діяльності підприємств по поліпшенню умов праці, закладеного в Законі України «Про охорону праці».

На підставі цих далеко не досконалих показників неможливо обґрунтовано диференціювати сучасні виробничі «людино-машинні» системи за рівнем безпеки. А в умовах відсутності необхідної інформації вжиті в багатьох випадках захисні заходи виявлялися й виявляються недостатніми і, як наслідок, малоефективними. Особливо гостро цей недолік позначається на сучасних економічних умовах.

Наразі багатьма дослідниками вирішується завдання переходу від сформованої в галузі охорони праці системи ліквідації наслідків до системи попередження таких негативних явищ, як травматизм і професійна захворюваність [2]. При цьому для характеристики рівня безпеки при дії різних факторів дедалі частіше використовується поняття ризику. Однак, не зважаючи на вжиті спроби, проблема створення наукових і методичних основ цього показника в галузі охорони праці, а особливо на рівні підприємства, залишається актуальною.

Мета. Аналіз та прогнозування професійного ризику на залізничному транспорті.

Постановка завдання. Огляд існуючих методів оцінки професійного ризику, встановлення на основі ризикорієнтованого підходу найбільш небезпечних професій на залізничному транспорті. Встановлення впливу

різних факторів на величину професійного ризику та отримання рівняння для його прогнозування.

Аналіз попередніх публікацій. Дослідженням в галузі оцінки та управління ризиком присвячено роботи таких вчених, як М. В. Бесчастнов, А. А. Биков, Х. Кумамото, В. Маршалл, С. Пайтерсен, Е. Дж. Хенлі, К. Н. Ткачук, Г. Г. Гогіташвілі, О. І. Попов, М. А. Кас'янов, А. О. Водяник та ін. Проаналізувавши основні результати досліджень вчених у цих напрямках, авторами виявлено основні позитивні та негативні сторони існуючих методів управління ризиком.

Виклад основного матеріалу. Через цілком очевидні причини підходи до оцінки ступеня безпеки виробничого середовища і рівня відповідних професійних ризиків істотно залежать від масштабів досліджуваного об'єкта, яким може виступати робоче місце, ділянка, підприємство або галузь промисловості в цілому.

Різний характер досліджуваних об'єктів, а також цілей, які переслідує оцінка виробничого середовища, визначає існування трьох основних підходів до оцінки професійних ризиків, а саме:

- оцінка первинних факторів безпеки виробничого середовища;
- оцінка показників травматизму та професійних захворювань;
- оцінка економічної шкоди від травматизму та професійної захворюваності.

Кожен із зазначених методичних підходів реалізується в науковій літературі та практичних рекомендаціях різних авторів з використанням того чи іншого комплексу методів дослідження.

До оцінки первинних факторів безпеки виробничого середовища можна зарахувати: інструментальні методи вимірювання параметрів, методи теорії ймовірності, методи теорії надійності та теорії інформації, методи теорії масового обслуговування, методи математичної статистики, методи економічного аналізу витрат, методи конкретної соціології та експертних оцінок, методи автоматичної класифікації, монографічні методи дослідження, статичні методи дослідження.

До оцінки показників травматизму та професійних захворювань методи: теорії ймовірності, математичної статистики, автоматичної класифікації, монографічні методи дослідження, статичні методи дослідження.

До оцінки економічної шкоди від травматизму та професійної захворюваності методи: математичної статистики, економічного аналізу витрат, монографічні методи дослідження, статичні методи дослідження.

Серед усієї різноманітності методик оцінки виробничих ризиків можна виділити дві великі групи: європейські методики, в яких ризик розглядається як небезпечний виробничий фактор, і американські, що пов'язують ризик з імовірністю успіху чи неуспіху.

Вимога обліку як рівня травматизму та професійної захворюваності, так і рівня пов'язаного з ними збитку відповідають роботам таких вчених, як Н. Джонсон, Ф. Ліон, Е. Мушик, П. Мюллер,

Р. Менлі, а також багато робіт інших учених, в яких ризик сукупності i -х подій з n -можливими наслідками визначаються за формулою [3]:

$$R = \sum_{i=1}^n H_i \cdot S_i, \quad (1)$$

де H_i - частота i -ї несприятливої події;

S_i – наслідки i -ї несприятливої події.

В окремих випадках буває необхідно визначити груповий або соціальний ризику, а також індивідуальний ризик окремого працівника. У першому наближенні груповий ризик притягнутих до певної діяльності N індивідуумів, за умов рівності індивідуального ризику R_{in} останніх, можна подати у такий спосіб [3]:

$$R = R_{in} \cdot N. \quad (2)$$

Інколи потрібно визначити індивідуальний ризик для окремого працівника. В свою чергу, індивідуальний ризик виробничої діяльності зазвичай диференційований за такими складовими [3, 4]:

$$R_{in} = R_c + R_v + R_t, \quad (3)$$

де R_c – ризик смерті;

R_v – ризик інвалідності або травми зі стійкою втратою працездатності;

R_t – ризик травми без стійкої втрати працездатності.

Кожна складова може бути розрахована за класичною формулою:

$$R = \frac{n}{N}, \quad (4)$$

де n – кількість постраждалих;

N – загальна кількість працюючих.

Слід зазначити, що група методик, заснованих на оцінці одночасно частоти N та наслідків S нещасних випадків має універсальний характер, оскільки збиток від травматизму та професійних захворювань в такому разі може мати не лише економічний але й інший зміст залежно від цілей дослідження.

Для розрахунку кількісної величини ризику окремих професій на залізничному транспорті використовувались статистичні дані, що оброблялись за допомогою формул (3) та (4).

Результати наведено в табл. 1. Неважко помітити, що працівник колійного господарства має найвищий рівень ризику. Це, перш за все, пов'язано з тим, що представники цієї професії працюють безпосередньо на коліях.

Спираючись на статистичні дані травматизму в галузі залізничного транспорту за останні 10 років, було виконано математичний аналіз

встановлення рівнів зв'язку між нещасним випадком та такими факторами, як загальний стаж роботи, стаж роботи за фахом і вік потерпілого. Отримані залежності дозволяють спрогнозувати з достатньою достовірністю очікуваний рівень травматизму упродовж року.

Таблиця 1

*Величини професійного ризику окремих професій
на залізничному транспорті*

№	Назва професії	Кількісний ризик
1	Працівник колійного господарства	10^{-3}
2	Слюсар-ремонтник	$3,8 \cdot 10^{-4}$
3	Електромонтер	$5 \cdot 10^{-4}$
4	Машиніст	$2,4 \cdot 10^{-4}$
5	Складач поїздів	$1,8 \cdot 10^{-4}$

Залежність кількості нещасних випадків від загального стажу роботи має вигляд:

$$N = \frac{p_x \cdot (-1,785 \cdot 10^{-4} \cdot x^5 + 0,0088 \cdot x^4 - 0,113 \cdot x^3 + 0,178 \cdot x^2 + 3,925 \cdot x)}{P}, \quad (5)$$

де p_x – кількість працівників з даним стажем роботи;

P – загальна кількість працівників цього напрямку;

x – стаж роботи, для якого виконується розрахунок.

При відомому стажі роботи робітника за професією, кількість нещасних випадків може бути визначена як:

$$N = \frac{p_x \cdot (-0,003 \cdot x^5 + 0,126 \cdot x^4 - 1,505 \cdot x^3 + 4,176 \cdot x^2 + 14,206 \cdot x)}{P}, \quad (6)$$

де p_x – кількість працівників з певним стажем роботи за професією;

P – загальна кількість працівників даного напрямку;

x – стаж роботи за професією, для якого виконується розрахунок.

Вплив віку працівника на виробничий травматизм можна оцінити формулою:

$$N = \frac{p_x \cdot (8 \cdot 10^{-5} \cdot x^4 - 0,0132 \cdot x^3 + 0,627 \cdot x^2 - 7,497 \cdot x)}{P}, \quad (7)$$

де p_x – кількість працівників з певним віком;

P – загальна кількість працівників цього напрямку;

x – вік працівників, для якого виконується розрахунок.

Очікувана похибка при розрахунках становить 5 %, що є достатнім рівнем та підтверджує адекватність отриманих залежностей.

Окрім цього, отримані залежності можуть бути використані для уточнення оцінки індивідуального ризику травмування працівників залізничного транспорту.

Наприклад, ризик травмування працівника певного віку, зайнятого на колійних роботах з урахуванням виразу (3.3) становитиме:

$$R = \frac{8 \cdot 10^{-5} \cdot x^4 - 0,0132 \cdot x^3 + 0,627 \cdot x^2 - 7,497 \cdot x}{b}, \quad (8)$$

де b – базовий показник, кількість працівників, зайнятих на колійних роботах протягом року.

Аналогічним чином використовуємо й вирази (5), (6).

Прорахувавши всі можливі варіанти, можна дійти висновку, що до найнебезпечнішої категорії працівників залізничного транспорту належить працівник колійного господарства, який має стаж роботи за фахом 3...7 років при загальному стажі від 15 років, та знаходиться у віковому діапазоні від 33 до 45 років. Відповідно саме ця категорія працівників потребує максимальної уваги та розроблення і впровадження заходів із підвищення рівня безпеки праці.

Висновки

Результати досліджень може бути використано надалі для підвищення безпеки праці на залізничному транспорті. У процесі досліджень авторами виконано огляд існуючих методів оцінки професійного ризику та оцінка професійного ризику для основних професій на залізничному транспорті, а також встановлено вплив стажу роботи та віку працівника на рівень професійного ризику. Отримані математичні рівняння, що характеризують цей вплив, та можуть бути використані для прогнозування ризику. Отримано математичні рівняння, що характеризують цей вплив та можуть бути використані для прогнозування ризику, рівняння для розрахунку індивідуального ризику працівника з урахуванням його віку.

Список літератури

1. Аналіз страхових нещасних випадків на виробництві та профзахворювань за 2012 рік [Електронний ресурс] : – Режим доступу : <http://www.social.org.ua/view/2470>.

2. Козодой Д. С. Вимоги до сучасної системи управління охороною праці підприємств залізничного транспорту / Д. С. Козодой. – Зб. наук. праць «Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету». – 2012. – № 59. – С. 95–99.

3. Шликов В. Н. Исследование риска травматизма и разработка методов его снижения (на примере строительного производства). Дисс. на соискание уч. степени докт. техн. наук. МИИТ. – М., 1994. – 412 с.

4. Российская энциклопедия по охране труда. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.

*Дата подання статті до збірника – 10.02.2014
Рецензент – д-р техн. наук Є.С. Альошинський (УкрДАЗТ)*