

УДК 331.452

О.Є. Кружилко<sup>1</sup>, д.т.н., с.н.с.,  
О.В. Богданова<sup>1</sup>, здобувач

<sup>1</sup> ДУ «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці»

## НАУКОВІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ВИРОБНИЧОГО РИЗИКУ

**АНОТАЦІЯ.** У статті наведено основні наукові положення щодо оцінки виробничого ризику. Для автоматизованого розрахунку рівню виробничого ризику розроблено відповідну інформаційну систему. Наведено рекомендації з практичного використання інструментарію оцінки виробничих ризиків. Встановлено, що реалізація ризик-орієнтованого підходу передбачає наявність відповідної інформаційної системи, яка дозволить автоматизувати процес розрахунків на всіх етапах планування заходів зі зниження виробничого ризику

**Ключові слова:** охорона праці, виробничий ризик, планування заходів, інформаційна система

**АННОТАЦИЯ.** В статье приведены основные научные положения по оценке производственного риска. Для автоматизированного расчета уровня производственного риска разработана соответствующая информационная система. Приведены рекомендации по практическому использованию инструментария оценки производственных рисков. Установлено, что реализация риск-ориентированного подхода предполагает наличие соответствующей информационной системы, которая позволит автоматизировать процесс расчетов на всех этапах планирования мероприятий по снижению производственного риска.

**Ключевые слова:** охрана труда, производственный риск, планирование мероприятий, информационная система

**ABSTRACT.** The article describes the main scientific principles to the estimation of production risk. For automated calculation of the production risk level developed by the appropriate information system. Describes the recommendations on practical use of tools for assessment of industrial risks. It was found that the implementation of a risk-oriented approach implies the existence of appropriate information systems that will automate the process of settlement in all stages of planning to reduce production risk.

**Key words:** labor protection, industrial risk, planning, information system

**Вступ.** Характерною рисою сучасного етапу економічного розвитку суспільства є широке впровадження засобів комп'ютерної техніки для вирішення різноманітних завдань управління. Занесення на магнітні носії та формування баз даних про стан охорони праці дозволяє реалізувати принцип однократного введення даних та їх багаторазового (багатоцільового) використання. Основними завданнями, що вирішувались при створенні інформаційних систем в сфері охорони праці у минулі роки, були автоматизація збору даних та формування звітів. Впровадження подібних систем дозволяло скоротити час обробки даних, підвищити точність розрахунків, збільшити кількість форм звітів, але підходи до підтримки управління залишались незмінними. В результаті впровадження таких систем в сфері охорони праці вирішувались задачі введення, обробки, збереження і пошуку даних. Під обробкою даних розумілись порівняно нескладні арифметичні операції, які застосовувались до введеної інформації.



Використання звітів та аналітичних довідок для підтримки управлінської діяльності було спрощеним, в переважній більшості випадків виконувалось співставлення окремих показників за звітний та минулий періоди, що дозволяло керівництву робити висновки про погіршення або покращення стану справ на об'єктах управління та приймати відповідні управлінські рішення. Таке становище до останнього часу компенсувалось компетентністю та інтуїцією керівників та фахівців, а спроби науковців запропонувати для використання спеціалізовані засоби підтримки управлінської діяльності сприймались, здебільшого, негативно. Саме цими обставинами можна пояснити застосування до останнього часу в сфері охорони праці спрощених математичних моделей, які в переважній більшості випадків не дозволяють врахувати значну кількість чинників. Тому при прийнятті управлінських рішень донедавна переважали суб'єктивні оцінки, засновані на досвіді вирішення аналогічних завдань та інтуїції керівників та фахівців.

**Матеріали та методи дослідження** Останнім часом заслуговують дещо більшої уваги підходи, основою яких є оцінка виробничого ризику, насамперед, це системи управління гігієною та безпекою праці на основі ризик-орієнтованого підходу. За визначенням МОП, компанії, де впроваджені системи управління гігієною та безпекою праці, мають кращі показники як з безпеки, так і з продуктивності, ніж ті, що не мають таких систем [1].

Аналіз наукових праць свідчить, що при розробленні заходів зі зниження травматизму використовуються оцінки виробничого ризику, які дозволяють формувати науково-обгрунтовані рекомендації з планування заходів з охорони праці, спрямованих на досягнення допустимого рівню ризику [2, 3]. Наведено опис алгоритмів, методик та математичного апарату, що використовуються для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між різними чинниками та рівнем виробничого ризику, а також для визначення впливу чинників на показники травматизму. Але 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 результат. 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 в залежності від стану чинників, що впливають.

Дослідження професійного ризику дозволяє встановити закономірності для прогнозування рівню травматизму на підприємствах, використання яких забезпечило планування необхідних заходів [4]. Встановлено ряд залежностей, таких як вплив стажу роботи працівника та його віку на рівень професійного ризику. Отримані математичні рівняння, що характеризують цей вплив та можуть бути використані на практиці для прогнозування ризику. Практична реалізація такого та подібних підходів потребує наявності спеціалізованих інформаційних систем, які дозволять автоматизувати процес аналізу початкових даних та розрахунку прогнозу.

**Мета даної роботи** полягає в обгрунтуванні застосування критерію сучасних підходів до оцінки виробничого ризику та інформаційних систем для автоматизації розрахунків та раціонального вибору заходів зі зниження виробничого ризику.

**Виклад основного матеріалу.** Під виробничим ризиком відносно до ДСТУ 2293-06, розуміється імовірність ушкодження здоров'я працівника в процесі трудової діяльності з урахуванням заподіяння шкоди. Ризик визначається як добуток вірогідності настання випадку та розміру можливої шкоди, що розраховується за певними шкалами, і є основою найбільш розповсюдженого у європейській практиці матричного методу оцінки ризику [5]. Для подолання основного недоліку даного методу – суб'єктивності оцінювання для практичного використання пропонується модифікувати матричний метод збільшенням кількості факторів. Таким чином ступінь ризику розраховується як добуток чотирьох критеріїв:

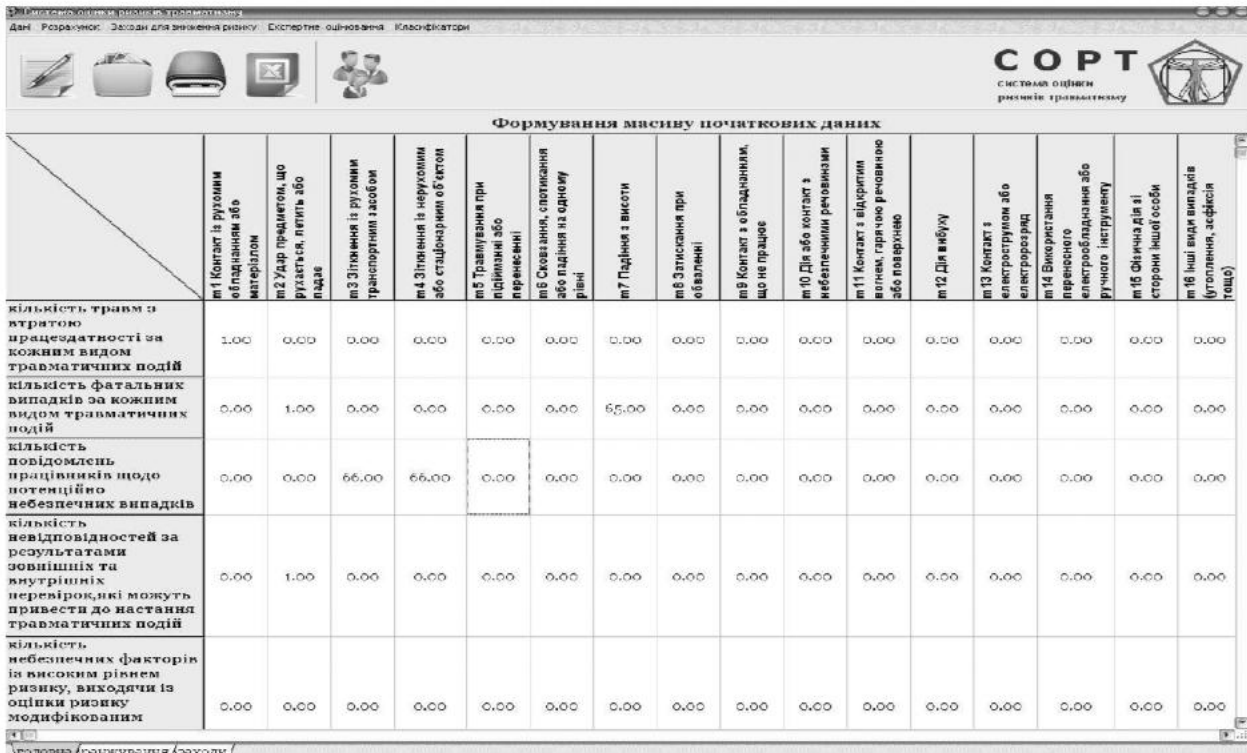
$$R = P \cdot F \cdot S \cdot N, \quad (1)$$

де  $R$  – виробничий ризик;  $P$  – можливість випадку;  $F$  – частота прояву небезпечного фактору (*frequency*);  $S$  – ступінь можливої шкоди,  $N$  – кількість людей, що підпадають під дію небезпечного фактору.

Отже, для практичної реалізації запропонованих наукових підходів оцінки ризику необхідно розробити та впровадити відповідну інформаційну систему. Завдання оперативного управління, що мають вирішуватись з використанням цієї системи, повинні задовольняти таким вимогам:

- метою поставлених завдань повинно бути зниження рівню виробничого ризику, збереження життя та здоров'я людини в процесі трудової діяльності;
- наявні дані потрібної номенклатури та в обсягах, необхідних для вирішення поставленого завдання,
- при вирішенні завдань керівники та фахівці повинні спиратися на інформаційно-аналітичні документи, отримані в результаті обробки даних;
- в процесі вирішення завдань повинні аналізуватись альтернативні варіанти їх вирішення.

Для автоматизації процесів розрахунку рівнів виробничих ризиків розроблено та запроваджено на підприємстві інформаційна система оцінки виробничого ризику, ризику травмування (СОРТ). Інформація, що зберігається у базах даних та використовується при обґрунтуванні управлінських рішень, має різноплановий характер, вона пов'язана із можливими травматичними подіями, причинами нещасних випадків, небезпечними та шкідливим чинниками тощо. Масив початкових даних ІС СОРТ записаний у вигляді таблиці (представлено на рис. 1).



	m1 Контакт із рухомими обладнанням або матеріалом	m2 Удар предметом, що рухається, летить або падає	m3 Зпавлення із рухомими транспортним засобом	m4 Зпавлення із нерухомими або стаціонарним об'єктом	m5 Травмування при підйомі або перенесенні	m6 Скозання, сповзання або падіння із одного рівня	m7 Падіння з висоти	m8 Зтиснення при обвалі	m9 Контакт з обладнанням, що не працює	m10 Дія або контакт з небезпечними речовинами	m11 Контакт з відкритим вогнем, гарячою речовиною або парами	m12 Дія вібру	m13 Контакт з електроустроєм або електропровод	m14 Вилучення переносного електрообладнання або ручного інструменту	m15 Облучення для зі сторони іншої особи	m16 Інші види випадків (утоплення, зсуви тощо)
кількість травм з втратою працездатності за кожним видом травматичних подій	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
кількість фатальних випадків за кожним видом травматичних подій	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
кількість повідомлень працівників щодо потенційно небезпечних випадків	0.00	0.00	66.00	66.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
кількість невідповідностей за результатами зовнішніх та внутрішніх перевірок, які можуть привести до настання травматичних подій	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
кількість небезпечних факторів із високим рівнем ризику, виходячи із оцінки ризику модифікованим	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Рис. 1. Масив початкових даних для оцінки виробничого ризику

Розроблено інформаційні системи з охорони праці впроваджені в структурних підрозділах та на підприємствах вугільної промисловості. Впровадження вказаних систем дозволило автоматизувати збір та обробку даних виробничий травматизм, а також забезпечити оперативне формування документів, необхідних для інформаційно-аналітичної підтримки вирішення завдань управління в сфері охорони праці.

Ранжування ризиків травматизму відбувається автоматично (рис. 2). Для того щоб переглянути результат, необхідно перейти на закладку «Ранжування»

За результатами ранжування настання травматичної події за рівнем ризику здійснюється вибір заходів для зниження рівня ризику (закладка «Заходи»), представлено на рис. 3. На цій закладці необхідно ввести заходи для зниження рівня травматизму. Закладка містить 2 таблиці – заходи для неприйнятного ризику та для середнього. Кожна таблиця розташована на відповідній сторінці. Заходи вводяться вручну або шляхом копіювання.

Після того як заповнені таблиці із заходами, слід перейти до експертного оцінювання.

Робота експертів передбачає оцінку експертом критеріїв та безпосереднє оцінювання заходів. Для оцінки експертом критеріїв необхідно перейти на закладку «Оцінка критеріїв», яка представлена на рис. 4.

НЕПРИЙНЯТНИЙ	СЕРЕДНІЙ	НИЗЬКИЙ
m2 Удар предметом, що рухається, летить або падає (20,00)	m3 Зіткнення із рухомих транспортних засобом (10,00)	m9 Контакт з обладнанням, що не працює (0,00)
m1 Контакт із рухомих обладнанням або матеріалом (20,00)	m4 Зіткнення із нерухомих або стаціонарних об'єктом (10,00)	m10 Діл або контакт з небезпечними речовинами (0,00)
m7 Падіння з висоти (19,70)		m11 Контакт з відкритим вогнем, гарячою речовиною або поверхнею (0,00)
		m5 Травмування при підйманні або переносінні (0,00)
		m6 Сковазання, спотикання або падіння на одному рівні (0,00)
		m8 Затискання при об'єктові (0,00)
		m12 Дія вибуху (0,00)
		m16 Інші види випадків (утоплення, асфіксія тощо) (0,00)
		m17 ДТП під час роботи (0,00)
		m18 ДТП під час дороги з/на роботі (0,00)
		m13 Контакт з електрострумом або електрообладнанням (0,00)
		m14 Використання переносного електрообладнання або ручного інструменту (0,00)
		m15 Фізична дія зі сторони іншої особи (0,00)

Рис. 2. Ранжування настання травматичної події за рівнем ризику

Оцінки за визначеною шкалою вводяться вручну, по закінченню вводу потрібно натиснути кнопку «Сума»  $\Sigma$ , після чого введені значення будуть нормовано автоматично. Далі експертам за допомогою шкали необхідно заповнити поля «Бали». Поля «Оцінка» розраховуються автоматично.

На наступному етапі здійснюється безпосереднє оцінювання заходів. При цьому використовується список травматичних подій, обраний з урахуванням рівню ризику. Кожній з подій поставлено у відповідність заходи, які потрібно оцінити експертам. Оцінка вводиться вручну.

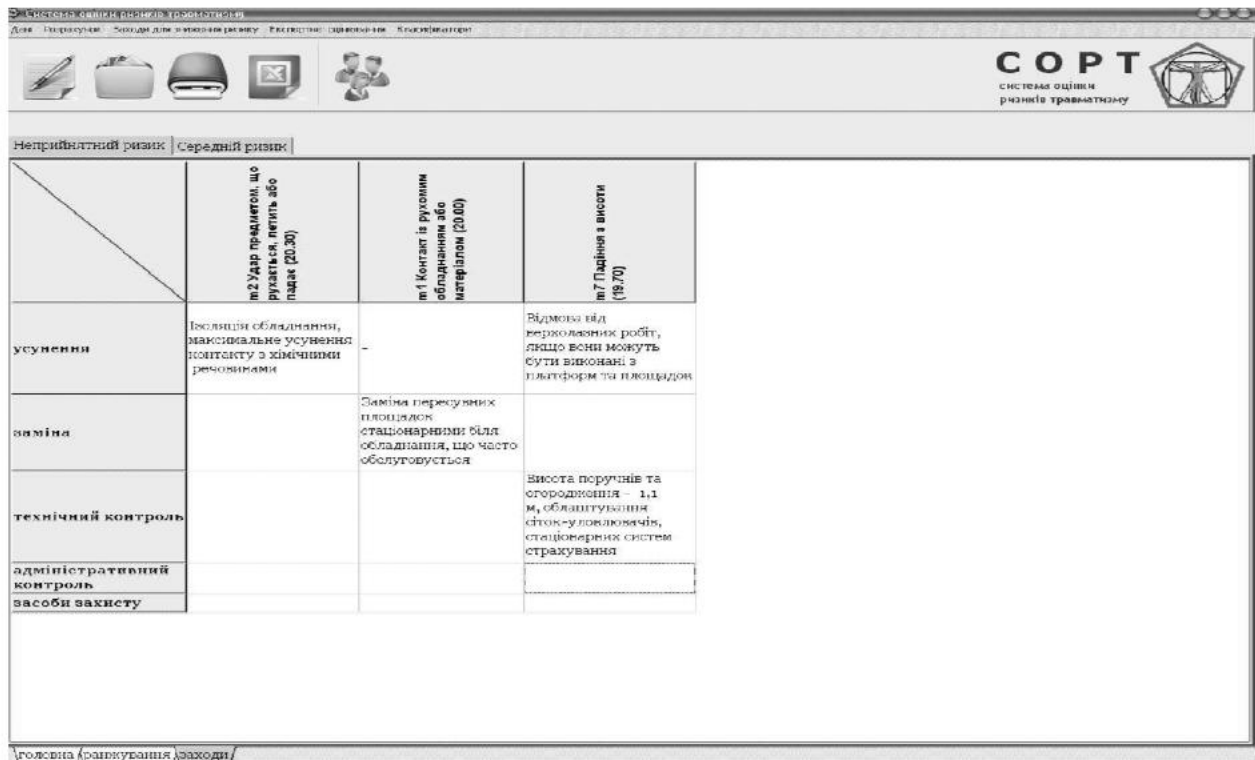


Рис. 3. Формування заходів зі зниження ризику настання травматичних подій з урахуванням ризику

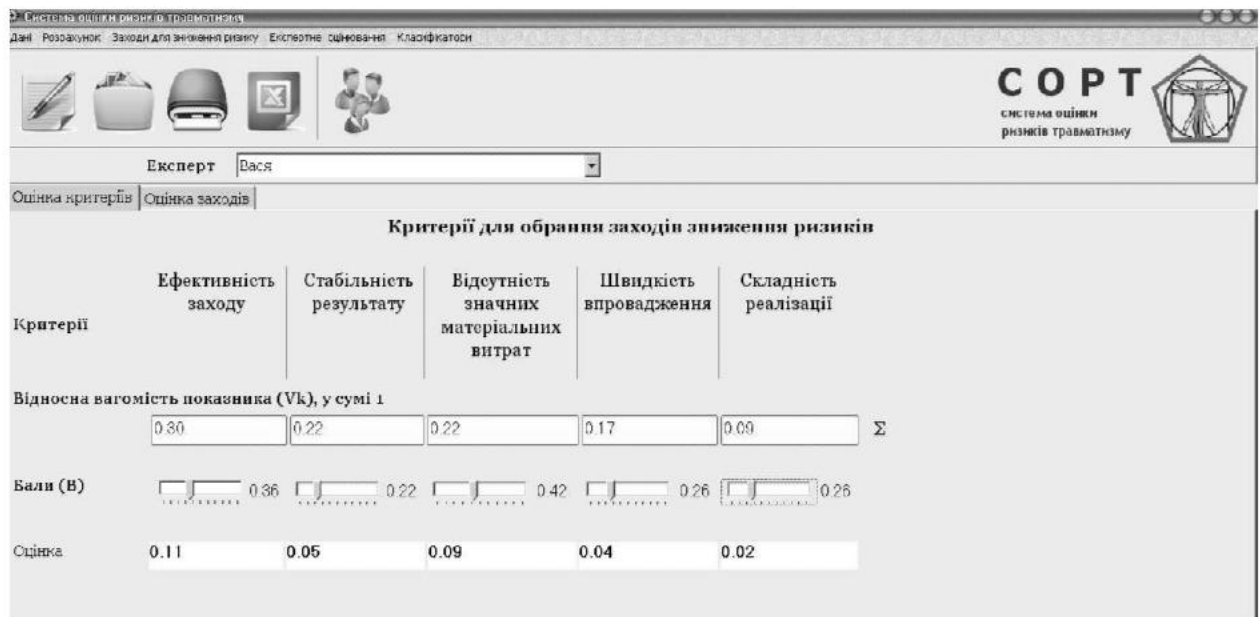


Рис. 4. Закладинка «Оцінка критеріїв»

Експертам необхідно заповнити поля «Відносна вагомість показника...».


Дані, представлені на закладинці «Результати» (рис. 5), розраховуються автоматично, після натиснення кнопки



Крім того, у інформаційній системі SORT передбачено такі режими:

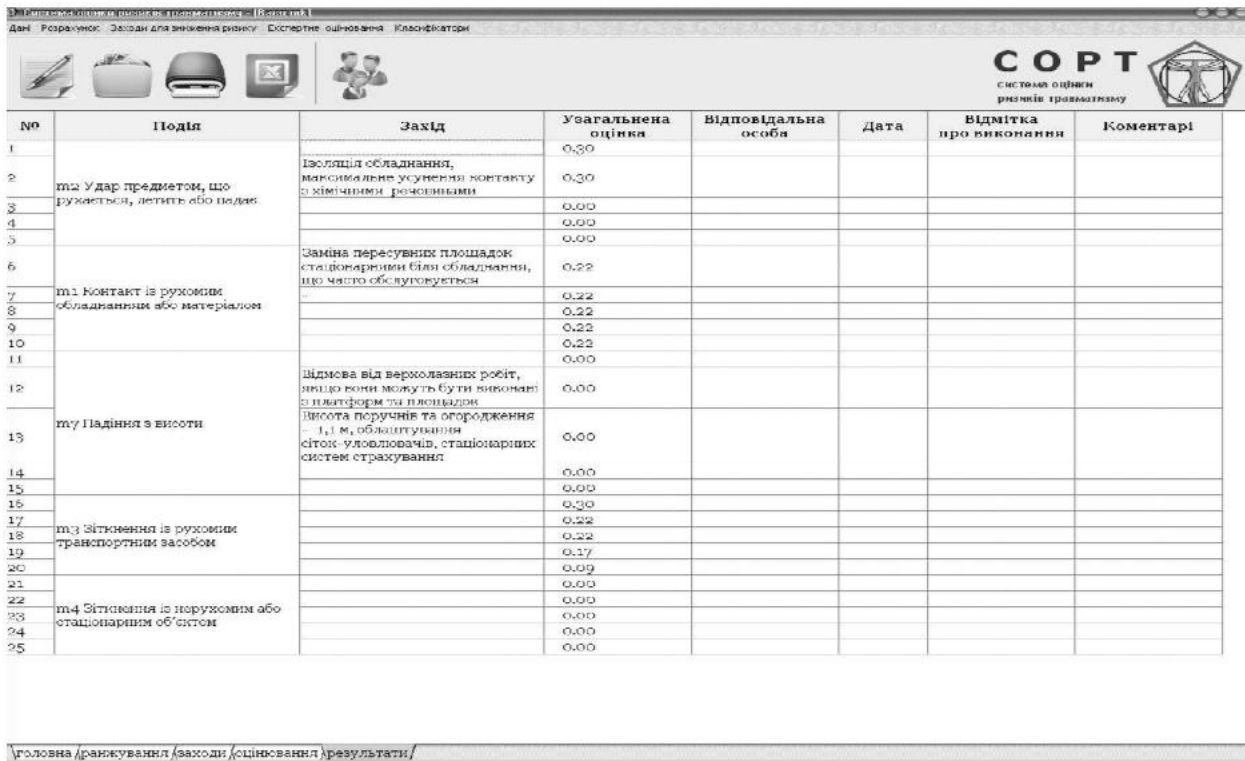
- режим «Зберегти дані». На будь-якому етапі розрахунків можна зберегти результати

роботи. Для цього необхідно натиснути кнопку . У вікні вибору файлів потрібно вказати назву нового або вибрати існуючий файл;



- режим «Експортувати дані». На будь-якому етапі розрахунків можна експортувати результати роботи у Excel. Для цього необхідно натиснути кнопку  ;

- режим «Завантажити дані»  . Збережені раніше результати можна завантажити і продовжити розрахунок. Для цього необхідно натиснути кнопку  .



№	Подія	Захід	Узагальнена оцінка	Відповідальна особа	Дата	Відмітка про виконання	Коментарі
1			0,30				
2	m2 Удар предметом, що рухається, летить або падає	Ізоляція обладнання, максимальне усунення контакту з хімічними речовинами	0,30				
3			0,00				
4			0,00				
5			0,00				
6		Заміна пересувних площадок стаціонарними біля обладнання, що часто обслуговується	0,22				
7	m1 Контакт із рухомих обладнання або матеріалом		0,22				
8			0,22				
9			0,22				
10			0,22				
11			0,00				
12		Відмова від верхолазних робіт, якщо вони можуть бути виконані з платформ та площадок	0,00				
13	m7 Падіння з висоти	Висота поручнів та огороження - 1,1 м, облаштування сіток-уловлювачів, стаціонарних систем страхування	0,00				
14			0,00				
15			0,00				
16			0,30				
17			0,22				
18	m3 Зіткнення із рухомих транспортних засобом		0,22				
19			0,17				
20			0,09				
21			0,00				
22			0,00				
23	m4 Зіткнення із нерухомих або стаціонарних об'єктом		0,00				
24			0,00				
25			0,00				

Рис. 5. Результати експертного оцінювання заходів зі зниження рівня виробничого ризику

**Висновки.**

Нагальною потребою сьогодення більшості промислових підприємств є перехід до управління гнітючою та безпекою праці на основі ризик-орієнтованого підходу. Необхідною умовою запровадження такої системи є наявність експертів, спроможних провести оцінювання альтернативних варіантів заходів зі зниження виробничого ризику. Практична реалізація ризик-орієнтованого підходу передбачає наявність відповідної інформаційної системи, яка дозволить автоматизувати процес розрахунків на всіх етапах планування заходів зі зниження виробничого ризику.

*Література*

1. Facts on Safe Work ILO Statistics/ Електронний ресурс. – Режим доступу: [https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/worldday/facts\\_eng.pdf](https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/worldday/facts_eng.pdf)
2. Кружилко О.Є., Майстренко В.В., Ткачук К.Н., Полукаров О.І. Управління ризиком травматизму на виробничих підприємствах // Проблеми охорони праці в Україні. – К.: ДУ «ННДПБООП», 2013. – Вип. 26. – С. 3–8.
3. Свтушенко О. В., Сербінова Л. А. Удосконалення методу визначення причинно-наслідкових зв'язків, характерних для виробничого травматизму в харчовій галузі // Проблеми охорони праці в Україні. – К.: ДУ «ННДПБООП», 2014. – Вип. 28. – С. 63–68.

4. Козодой Д.С., Сколото А.С. До питання дослідження факторів, що обумовлюють рівень професійного ризику на залізничному транспорті // Проблеми охорони праці в Україні. – К: ДУ «ННДІПБОП», 2014. – Вип. 27. – С. 48 – 52.
5. Водяник А.О. Методологічні основи врахування фактора ризику в профілактиці виробничого травматизму: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук / А.О. Водяник. – К.: ННДІПБОП, 2008. – 36 с.

Надійшло до редакції 20.07.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Яковенко В.Б.

УДК 629.017(07)

В.І. Лесько<sup>1</sup>, доцент,

Л.Г. Лесько<sup>2</sup>, доцент,

Я.Ю. Лобков<sup>1</sup>, ст.викладач

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА)

<sup>2</sup>Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця (НМУ)

## НАДІЙНІСТЬ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ТА СПЕЦИФІКА ЇЇ ОЦІНКИ

**АНОТАЦІЯ.** Розглянуто основні складові надійності логістичних систем, її специфіка та деякі підходи до оцінки основних показників надійності. Визначено випадки доцільності і ефективності використання методів статистичного та імітаційного моделювання на основі імовірнісно-фізичних та імовірнісно-статистичних моделей надійності елементів системи та системи в цілому з урахуванням мінливої структури логістичних систем при її функціонуванні і кореляційних зв'язків між її елементами.

**Ключові слова:** надійність, логістичні системи, коефіцієнт кореляції, інтенсивність відмов.

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрены основные составляющие надежности логистических систем, ее специфика и некоторые подходы к оценке основных показателей надежности. Определены случаи целесообразности и эффективности использования методов статистического и имитационного моделирования на основе имовірнісно-фізических и имовірнісно-статистических моделей надежности элементов системы и системы в целом с учетом меняющейся структуры логистических систем при ее функционировании и корреляционных связей между ее элементами.

**Ключевые слова:** надежность, логистические системы, коэффициент корреляции, интенсивность отказов.

**ABSTRACT.** The main components of the reliability of logistics systems, its specificity and some approaches to assess osnovnyz reliability. Detected cases of expediency and efficiency of statistical methods and simulation-based imovirnistno imovirnistno physical and statistical models of reliability of the system and the system as a whole, taking into account the changing structure of logistics systems in its functioning and the correlation between its elements.

**Key words:** reliability, logistic systems, the correlation coefficient, the failure rate

**Актуальність проблеми.** Логістичні системи є одними з ключових ланок в будівельній індустрії і представляють собою сукупність взаємопов'язаних елементів, між якими існує певний зв'язок. Логістичні системи (ЛС) функціонують в умовах чітко вираженої невизначеності, турбулентності зовнішнього середовища, кон'юнктури ринку, постійного підвищення вимог споживачів, для її роботи характерні випадкові процеси і т.п. Логістична система характеризується специфічним різноманіттям зв'язків між її