

І.С. Петренко<sup>1,2</sup>, О.О. Ченчева<sup>1</sup>, С.В. Зозуля<sup>3</sup>, В.Г. Шевченко<sup>2</sup>, С.М. Логвінков<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна

<sup>2</sup>Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпро, Україна

<sup>3</sup>Національний авіаційний університет, Київ, Україна

<sup>4</sup>Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Україна

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ТРАВМАТИЗМУ ПРАЦІВНИКІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

У статті досліджуються причини виробничого травматизму та фактори ризиків для працівників промислових підприємств. Встановлено, що виникнення травматизму більшою мірою залежить від стажу роботи та мікрокліматичних показників на робочому місці. Виведено формулу оцінки ризику виробничого травматизму з ваговими коефіцієнтами стажу роботи та стану мікроклімату, визначено та візуалізовано ризики, що спричиняють травматизм.

**Ключові слова:** травматизм, ризики, аналіз травматизму, гірничо-збагачувальний комбінат, промисловість.

### Постановка проблеми

Травматизм на робочому місці є одним з найбільш нагальних питань, які виникають в сфері охорони праці. Він призводить до втрати робочої сили, зниження продуктивності та високих витрат на медичне обслуговування та компенсації. Незважаючи на значні зусилля з боку урядових та приватних організацій, статистика травматизму на підприємствах залишається високою.

Наприклад, за даними Державної служби статистики України, у 2022 році на підприємствах України кількість потерпілих від нещасних випадків (гострих професійних захворювань (отруєнь / аварій) становила 4,9 тисяч осіб, з них зі смертельним наслідком – 400 осіб. Крім того, 18 потерпілих було переведено на легшу роботу [1, с. 102].

Ризики травматизму на підприємствах пов'язані з низкою факторів, зокрема:

1. Недостатній рівень управління охороною праці. Це може включати відсутність або невідповідність нормативно-правових актів, що регулюють охорону праці, незавершеність системи управління охороною праці, а також недостатній рівень інформування та навчання працівників з питань охорони праці.

2. Неefективні технологічні процеси та обладнання. Тут маються на увазі використання застарілого або несправного обладнання, відсутність захисних пристроїв, а також небезпеки, закладені в самому виробничому процесі.

3. Недостатня кваліфікація та досвід працівників. Це може призвести до того, що працівники не знайомі з правилами охорони праці, мають неоптима-

льні навички для безпечного виконання завдань, зазнають психологічних стресів, як-от втома, перевтома, негативний психологічний клімат на робочому місці.

4. Виробничі аварії та вибухи. Неправильне зберігання та використання небезпечних матеріалів може створювати ризик вибухів та негативних наслідків для працівників.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

У статті [2] розглядається проблема застосування науково обгрунтованих заходів з профілактики виробничого травматизму через алкогольне сп'яніння працівників на основі, яку можливо вирішити шляхом застосування математичної моделі системи охорони праці, що враховує множину показників, за якими оцінюються порушення трудової та виробничої дисципліни, моделювання системи охорони праці як підсистеми СУОП.

У роботах [3, 4] обговорюється використання компонентного методу оцінки ризиків страхових нещасних випадків і травматичних подій із застосуванням даних фонду соціального страхування та аналіз впливу ефектів травмувань на робочому місці на ефективність корпоративного управління.

У дослідженнях [5–7] показано високу превалентність травм серед молодих, недосвідчених працівників. Також наголошується на необхідності розробки та впровадження нових політик, процедур та навчання щодо запобігання травматизму на робочому місці.

У статтях [8, 9] зазначається важливість організації робочого місця для забезпечення безпеки та здоров'я працівників, а також ефективних способів

евакуації та запобігання травмам у разі аварій на виробництві.

Також проаналізовано вітчизняні та міжнародні стандарти щодо охорони праці, травматизму та ризиків.

### Мета статті

Критерієм ефективності моніторингу охорони праці на підприємстві є вчасне визначення і оцінка факторів небезпеки на всіх робочих місцях. Виявлені шкідливі та небезпечні чинники потребують детального аналізу та оперативного прийняття превентивних заходів для унеможливлення або зменшення їх впливу на робітників при виконанні обов'язків з метою зменшення показників травматизму. Значення небезпек, які залишаються, визначаються в рамках оцінки ризиків.

Щоб здійснити ефективний аналіз та оцінку рівня професійного ризику на підприємстві і прийняти вчасні та дієві управлінські рішення використовують сучасні алгоритми оцінки ризику, більшість з яких спирається на методи експертних оцінок.

Підвищення ефективності методу експертних

оцінок при розрахунку професійного ризику потребує залучення 5–6 експертів, які можуть мати диференційований рівень компетентності залежно від займаних посад, наявного практичного досвіду, освіти, навичок та знання нормативної бази тощо. Отже, вдосконалення та унормування методу експертних оцінок при розрахунку професійного ризику виникнення травматичних подій є актуальною науковою задачею.

Метою представленого дослідження є підвищення ефективності розрахунку ризику виникнення травматичних подій на промислових підприємствах за рахунок урахування мікрокліматичних показників робочого середовища та аналізу впливу практичного досвіду на частоту і важкість травмування робітників.

### Виклад основного матеріалу

На початковому етапі аналізу виникнення ризиків на промисловому підприємстві гірничо-видобувної галузі ПрАТ Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат було проведено аналіз травматизму за 2022 рік.

Результати наведено на рис. 1–6.

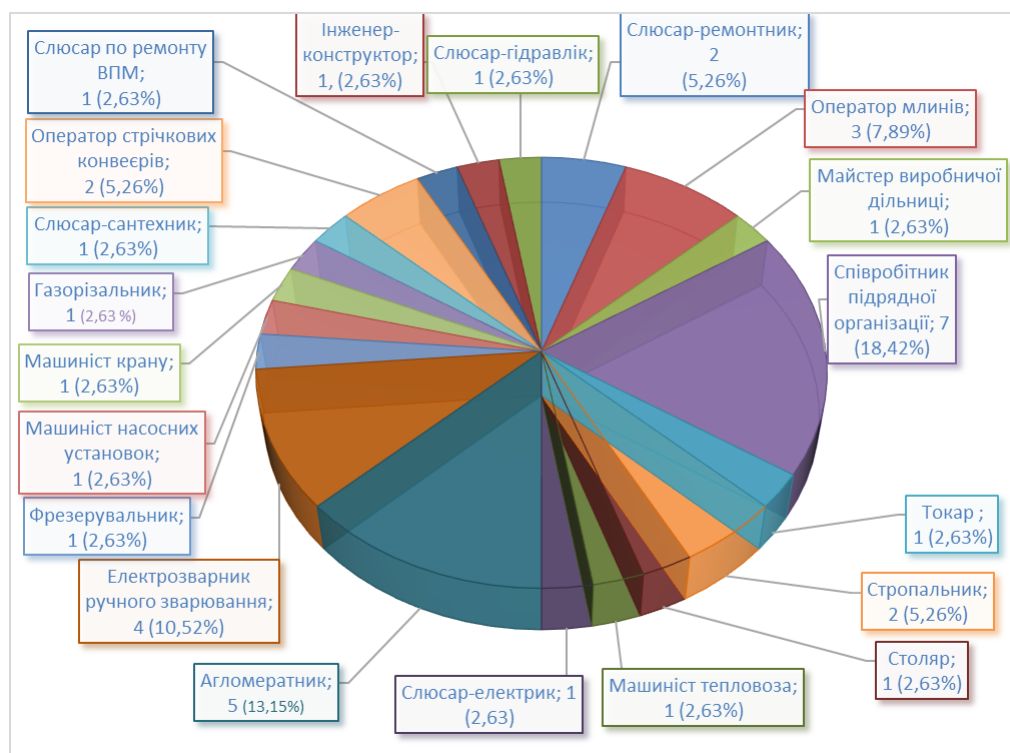


Рис. 1. Діаграма кількості нещасних випадків залежно від посади

Як видно з рис. 1, найбільшу кількість травм отримують робітники сторонніх компаній (співробітники підрядних компаній) – 7 осіб, другими за кількістю травматичних подій йдуть агломератники – 5 осіб, далі електрозварники ручного зварювання – 4 особи. Причинами травматизму для категорії «Співробітник підрядної організації» є низький

рівень ознайомленості з технологічними процесами на виробництві. Крім того, основними причинами травматизму є недостатній управлінський контроль служби охорони праці та нехтування правилами техніки безпеки.

Наведено аналіз даних рівня травматичних подій залежно від стажу роботи (табл. 1, рис. 2).

Таблиця 1

Кількість нещасних випадків залежно від стажу роботи

№ з/п	Стаж роботи за професією	Кількість потерпілих	% від загальної кількості потерпілих
1	До 1 року	11	28,94
2	1–5 років	9	23,68
3	6–10 років	5	13,15
4	11–15 років	3	7,89
5	Більше 15 років	10	26,31
	Усього	38	100

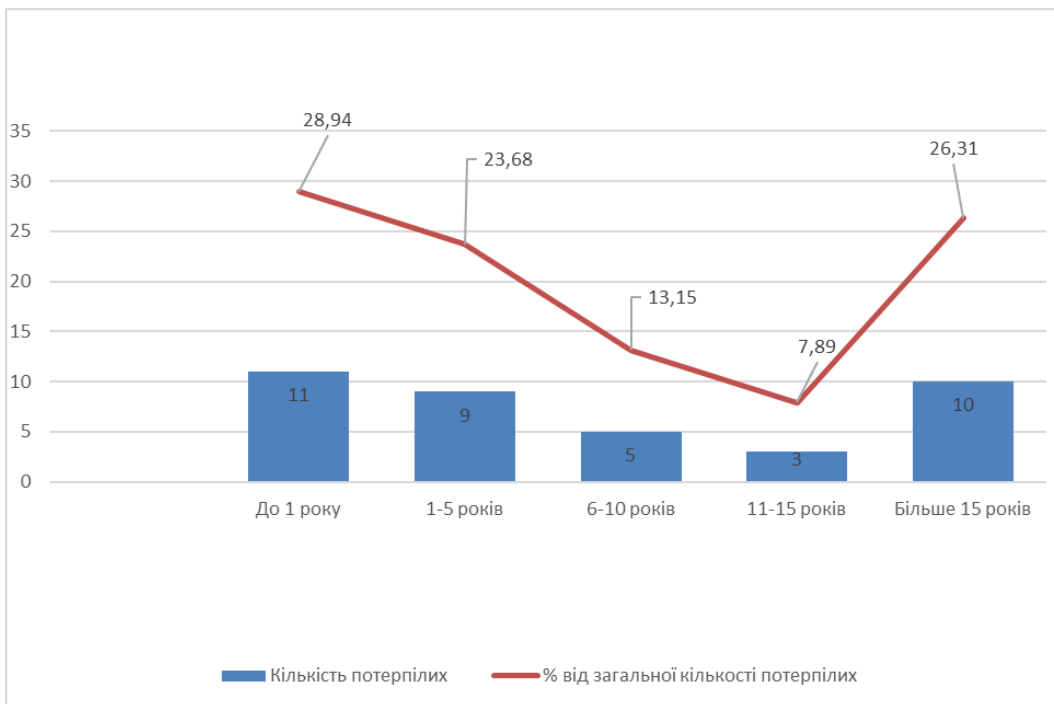


Рис. 2. Кількість нещасних випадків залежно від стажу роботи

Аналізуючи кількісні показники настання травматичних подій та стаж роботи (практичний досвід) потерпілих, на рис. 2 очевидним є чітке відображення залежності рівня травматизму від досвіду роботи. Як видно з наведених даних, відсоток виникнення травматичних подій падає з набуттям працівником досвіду роботи та збільшенням стажу роботи. На діаграмі (рис. 2) простежуються два пікові максимуми: перший – «досвід роботи до 1-го року» (11 травм – 28,94 %), потім із набуттям досвіду травматизм поступово зменшується і доходить до свого мінімального значення «11–15 років стажу» (3 травми – 7,89 %) і знову різко зростає до свого другого максимуму «досвід роботи більше 15-ти років» (10 травм – 26,31 %). Велика кількість травмованих працівників з початку трудової діяльності і до досягнення 1-го року є очевидною – відсутність досвіду. Для другого максимуму «досвід роботи більше 15-ти років» імовірною причиною є самовпевненість робітників, які нехтують правилами безпеки під час здійснення трудової діяльності. Зважаючи на прове-

дений аналіз настання травматичних подій залежно від стажу роботи (рис. 2), пропонується введення нового алгоритму розрахунку ризику шляхом введення вагового коефіцієнта:

$$R = I \times Ч \times T \times g, \quad (1)$$

де  $I$  – імовірність виникнення ризику;  
 $Ч$  – частота виникнення ризику;  
 $T$  – тяжкість наслідків виникнення ризику;  
 $g$  – ваговий коефіцієнт травматизму, який залежить від стажу роботи (КТС), який запропоновано оцінювати за усередненим значенням настання травматичних подій (відсоток травматизму до 10 % (стаж 11–15 років) – 1; до 20 % (стаж 6–10 років) – 2; до 30 % (стаж до 1 року або більше 15 років) – 3; більше 30 % – 4).

Вплив набутого життєвого досвіду, самоконтроль особистості та людський фактор також мають відношення до можливості настання нещасного випадку. Цей вплив проаналізовано та наведено на рис. 3.

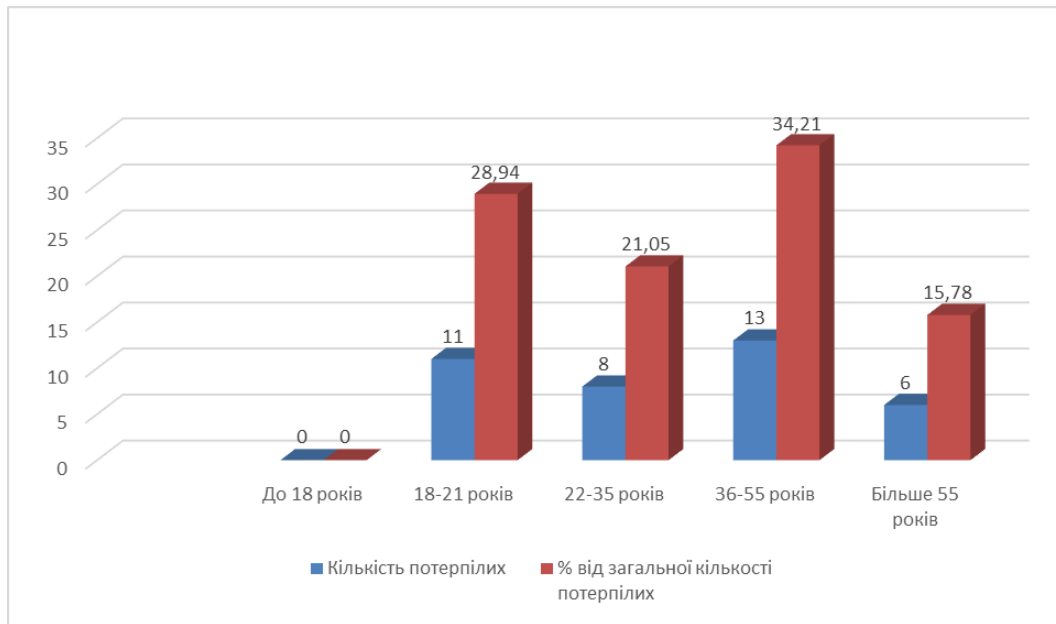


Рис. 3. Аналітика кількості нещасних випадків залежно від віку потерпілих

Аналіз даних травматизму серед робітників доводить, що найбільша кількість травмованих припадає на вікові категорії «18–21 років» та «36–55 років». Тож є очевидною кореляція залежності віку працівників і досвіду (стажу) роботи до рівня настання травматичних подій.

Також було проаналізовано розподіл нещасних випадків протягом доби, результат продемонстровано на рис. 4.

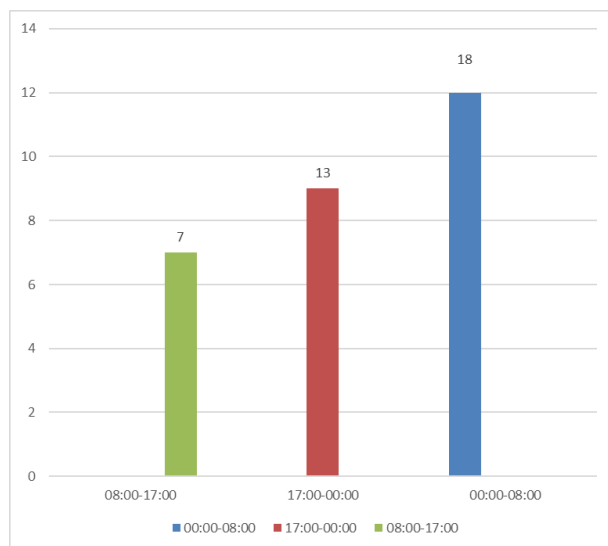


Рис. 4. Розподіл кількості нещасних випадків за робочими змінами

На рис. 4 більшість травм на виробництві припадає на вечірній та нічний час (2-га та нічна зміна). Це зумовлюється психофізіологічним перевантаженням працівників та частково мікрокліматичними

умовами праці.

Було встановлено взаємозв'язок мікрокліматичних параметрів та введено показник коефіцієнта комфортності  $K_k$  [10].

Представлене рівняння регресії є моделлю залежності коефіцієнта комфортності від температури, відносної вологості, швидкості руху повітря і концентрацій негативних аероіонів у приміщенні:

$$K_k = -4,22792 + 0,346497 \times T + 0,0333896 \times \varphi - 0,459896 \times v + 0,000302188 \times n^- - 0,00763672 \times T^2 - 0,00053125 \times T \times \varphi + 0,0421875 \times T \times v - 9,375 \times 10^{-7} \times T \times n^- - 0,0002115 \times \varphi^2 - 0,00025 \times \varphi \times v - 3,5 \times 10^{-7} \times \varphi \times n^- - 1,59375 \times v^2 + 0,0000125 \times v \times n^- - 3,375 \times 10^{-8} \times (n^-)^2, \quad (2)$$

де  $T$  – температура у приміщенні, °C;  
 $\varphi$  – відносна вологість повітря, %;  
 $v$  – швидкість руху повітря, м/с;  
 $n^-$  – концентрація негативних аероіонів,  $\text{см}^{-3}$ .

Відповідне максимальне значення коефіцієнта комфортності обчислено величиною [11]:

$$\max K_k(T, \varphi, v, n^-) = K_k(P) = K_k(21,145; 49,018; 0,147; 3956) = 0,818. \quad (3)$$

З огляду на вищезазначене у запропоновану методику розрахунку ризику (1) доцільно додати коефіцієнт  $M$ , який здатен враховувати мікрокліматичні показники у системі визначення імовірності настання травматичних подій:

$$R = I \times Ч \times T \times g \times M, \quad (4)$$

де  $I$  – імовірність виникнення ризику;  
 $Ч$  – частота виникнення ризику;  
 $T$  – тяжкість наслідків виникнення ризику;  
 $g$  – КТС;  
 $M$  – коефіцієнт мікрокліматичних умов (КМУ),

який є обернено пропорційним до коефіцієнта комфортності:  $M = 1/K_c$ .

Було проведено аналіз даних нещасних випадків за видами подій, що призвели до них (рис. 5).



Рис. 5. Діаграма подій, що призвели до нещасних випадків

Найбільша кількість травм припадає на роботу працівників з рухомими механізмами – 55 % (21 особа) та транспортні події – 21 % (8 осіб).

Наступним етапом оцінки став аналіз причин, унаслідок яких траплялись нещасні випадки (рис. 6).

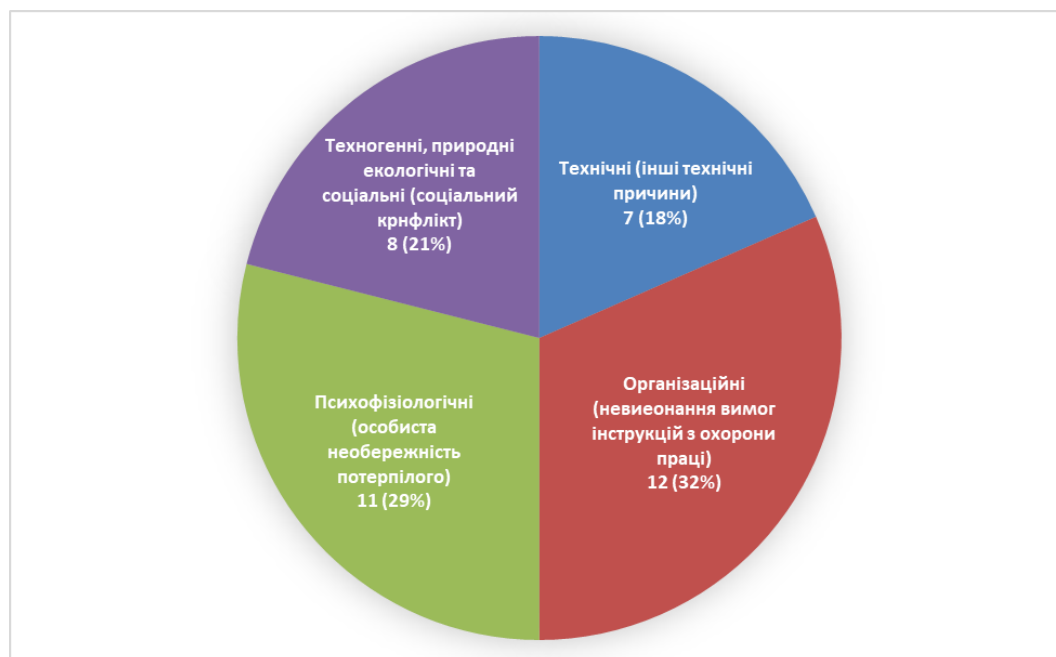


Рис. 6. Причини нещасних випадків

З проведеного аналізу є очевидним, що велика кількість травматичних подій виникає внаслідок невиконання вимог інструкцій з охорони праці (31,58 % – 12 травмованих осіб). Також слід зазначити, що значно високими показниками травматизму вирізняються: особиста необережність потерпілого (28,94 % – 11 травмованих осіб) та соціальний конфлікт (21,03 % – 8 травмованих осіб).

Отже, підвищення ефективності управлінських рішень і контролю на промислових виробництвах в сучасних безпекових умовах вимагає впровадження сучасного підходу до створення системи безпеки здоров'я працівників на робочих місцях (БЗР).

Для цього роботодавець повинен мати достовірні і обґрунтовані способи визначення професійних ризиків на відповідному робочому місці, здійснювати їх аналіз і, відповідно, запроваджувати превентив-

ні заходи щодо їх мінімізації.

Законодавчо визначене тлумачення терміна «професійний ризик» – це вірогідність пошкодження здоров'я або втрати працездатності, або смерті працівника внаслідок дії шкідливих і (або) небезпечних виробничих чинників.

Оцінка професійних ризиків може відбуватися якісними і кількісними методами. Якісні методи оцінки ризиків використовуються для виявлення і ідентифікації наявних причин і видів ризиків, а кількісні – для оцінки частоти або вірогідності настання наслідків.

На основі зазначеного було проведено причинно-наслідковий аналіз ризиків для працівників промислових підприємств та побудовано діаграму Ісікави [12] (рис. 7).

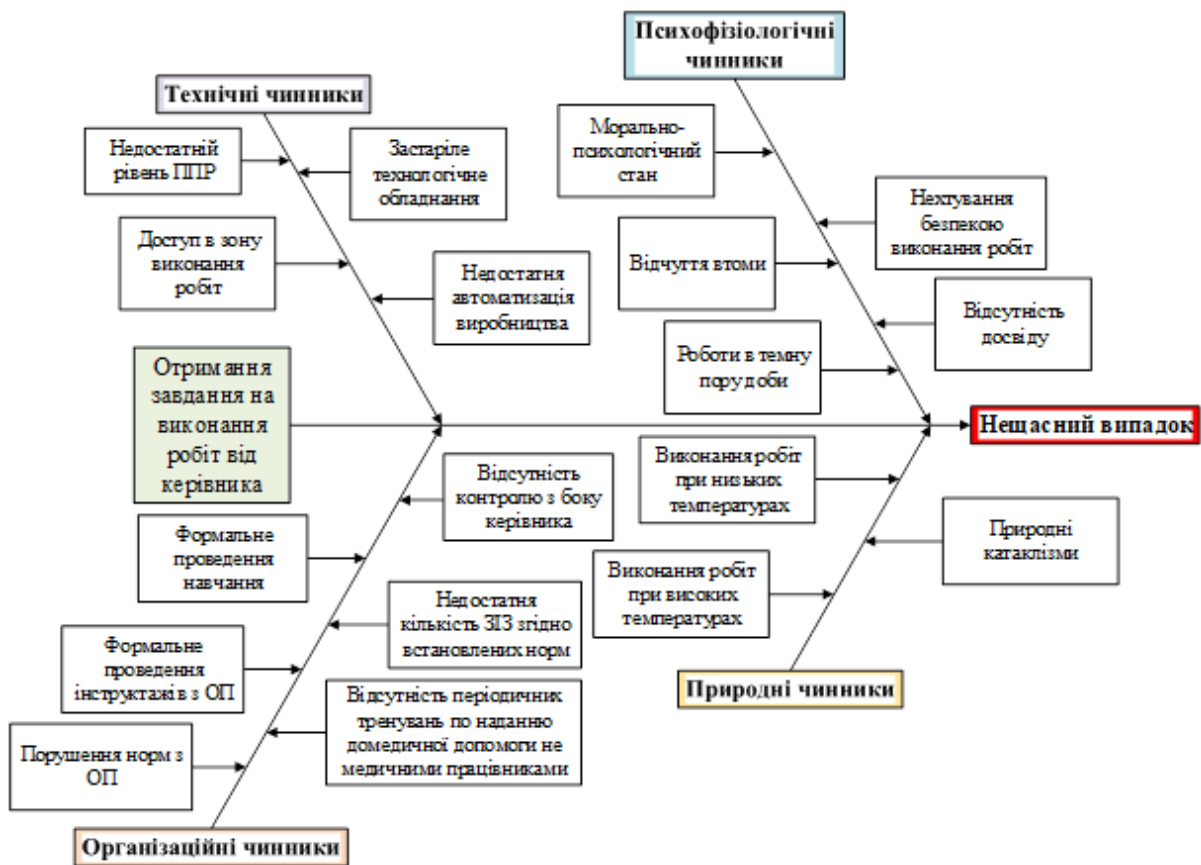


Рис. 7. Визначені ризики, що призводять до травматизму на робочому місці

### Висновки

На основі аналізу отриманих статистичних даних, їх структурування та узагальнення було зроблено наступні висновки.

У роботі було проаналізовано статистику травматизму на промислових підприємствах, яка свідчить про нелінійну динаміку виникнення травматичних подій серед робітників залежно від їх практич-

ного досвіду і стажу роботи.

Цілком обґрунтованим є зниження кількості травматизму зі збільшенням стажу, однак спостерігається різке його збільшення після 15 років досвіду роботи, що може бути свідченням самовпевненості працівників та нехтування правилами безпеки з обладнанням. На основі зазначеної закономірності було запропоновано нову методіку розрахунку потенційних ризиків настання травматичних подій,

які враховують коефіцієнт стажу. З метою удосконалення розрахунків ризиків було введено поняття коефіцієнта комфортності, який характеризує вплив мікрокліматичних умов на безпеку виконання робіт і, як наслідок, на кількість травматичних подій на виробництві. Запропонований в роботі метод розрахунку ризиків дозволяє отримувати більш точні прогнозовані дані ризиків, що дозволить оптимізувати систему превентивних безпекових заходів на промислових підприємствах, оптимізувати управлінські рішення та удосконалити СУОП.

### Література

1. Статистичний щорічник України за 2022 рік / за ред. І. Є. Вернера. – Київ : Державна служба статистики України, 2023. – 383 с. – Режим доступу: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2023/zb/11/year\\_22\\_u.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_22_u.pdf), вільний (дата звернення: 11.03.2024).
2. Таїрова Т. М. Наукові орієнтири з попередження виробничого травматизму внаслідок перебування працівників на робочому місці в стані алкогольного сп'яніння / Т. М. Таїрова, Н. В. Романенко, О. А. Сліпачук // Проблеми охорони праці в Україні. – 2021. – № 37 (3). – С. 21–27. – Режим доступу: <https://journal-ndipbop.com/index.php/journal/article/download/42/38>, вільний (дата звернення: 11.03.2024).
3. Комплексне оцінювання ризиків настання страхових нещасних випадків і травматичних подій з використанням компонентного методу / О. І. Губачов, С. В. Сукач, О. О. Ченчева, Н. Н. Цибульник // Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура. – 2021. – № 4 (164). – С. 178–190. – DOI: [10.33042/2522-1809-2021-4-164-178-190](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2021-4-164-178-190).
4. Kim D. K. An analysis of the effects of occupational accidents on corporate management performance / D. K. Kim, S. Park // *Safety Science*. – 2021. – Vol. 138. – Article 105228. – DOI: [10.1016/j.ssci.2021.105228](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105228).
5. Adaeze N. O. Factors associated with work related injuries among workers of an industry in Malaysia / N. O. Adaeze, A. A. Azuhairi, B. Z. Huda // *International Journal of Public Health and Clinical Sciences (IJPHCS)*. – 2017. – Vol. 4, No. 3. – P. 97–108. – Regime of access: <https://www.researchgate.net/publication/329206251>, free (date of the application: 11.03.2024).
6. Abukhashabah E. Causes of Occupational Accidents and Injuries in Construction Industry in Jeddah City / E. Abukhashabah, A. Summan, M. Balkhyour // *Journal of King Abdulaziz University: Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Sciences*. – 2019. – Vol. 28, No. 1. – P. 105–116. – DOI: [10.4197/met.28-1.9](https://doi.org/10.4197/met.28-1.9).
7. Lander F. Work injury trends during the last three decades in the construction industry / F. Lander, K. J. Nielsen, J. Lauritsen // *Safety Science*. – 2016. – Vol. 85. – P. 60–66. – DOI: [10.1016/j.ssci.2015.10.013](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.10.013).
8. Animashaun O. Industrial Accident and Safety Hazards at the Workplace: A Spatio-Physical Workplace Approach / O. Animashaun, K. O. Odeku // *Mediterranean Journal of Social Sciences*. – 2014. – Vol. 5, No. 20. – P. 2949–2953. – DOI: [10.5901/mjss.2014.v5n20p2949](https://doi.org/10.5901/mjss.2014.v5n20p2949).
9. Appiah S. O. Working Conditions and Exposure to Work Related Injuries and Accidents at Kokompe-Accra Ghana / S. O. Appiah // *Ghana Journal of Geography*. – 2019. – Vol. 11, No. 2. – P. 52–76. – Regime of access: <https://www.ajol.info/index.php/gjg/article/view/191981>, free (date of the application: 11.03.2024).
10. Сукач С. В. Багатофакторна математична модель комфортного повітряного середовища навчальних приміщень / С. В. Сукач // *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. – Кременчук : КрНУ ім. М. Остроградського, 2014. – Вип. 5/2014 (88). – С. 112–117. – Режим доступу: [https://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2014\\_5\\_112-5-2014.pdf](https://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2014_5_112-5-2014.pdf), вільний (дата звернення: 11.03.2024).
11. Визначення параметрів оптимальної комфортності у робочій зоні приміщення за показниками повітряного середовища / О. І. Запорожець, С. В. Сукач, О. Г. Галаган, Т. Ф. Козловська // *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. – Кременчук : КрНУ ім. М. Остроградського, 2017. – Вип. 1/2017 (102). – С. 17–21. – Режим доступу: [https://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2017\\_1\\_17-21\\_1-2017.pdf](https://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2017_1_17-21_1-2017.pdf), вільний (дата звернення: 11.03.2024).
12. *An Introduction to the Cause and Effect Diagram [Electronic resource] / Accendo Reliability : website*. – Los Gatos, CA (USA), 2004–2024. – Updated continuously. – Regime of access: <https://accendoreliability.com/introduction-cause-effect-diagram/>, free (date of the application: 11.03.2024).

### References

1. Verner, I. Ye. (Ed.). (2023). *Statistical Yearbook of Ukraine for 2022*. State Statistics Service of Ukraine. [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2023/zb/11/year\\_22\\_u.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_22_u.pdf) [in Ukrainian]
2. Tairova, T., Romanenko, N., & Slipachuk, O. (2021). Scientific guidelines for the prevention of occupational injuries caused by workers staying at the workplace in a state of alcoholic drinking. *Labour Protection Problems in Ukraine*, 37(3), 21–27. <https://journal-ndipbop.com/index.php/journal/article/download/42/38> [in Ukrainian]
3. Hubachov, O., Sukach, S., Chenchewa, O., & Tsybulnyk, N. (2021). Investigation of risks of insurance of accidents and traumatic events using the component method. *Municipal Economy of Cities. Series: Engineering science and architecture*, 4(164), 178–190. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2021-4-164-178-190> [in Ukrainian]
4. Kim, D. K., & Park, S. (2021). An analysis of the effects of occupational accidents on corporate management performance. *Safety Science*, 138, 105228. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105228>
5. Adaeze, N. O., Azuhairi, A. A., & Huda, B. Z. (2017). Factors associated with work related injuries among workers of an industry in Malaysia. *International Journal of Public Health and Clinical Sciences (IJPHCS)*, 4(3), 97–108. <https://www.researchgate.net/publication/329206251>
6. Abukhashabah, E., Summan, A., & Balkhyour, M. (2019). Causes of Occupational Accidents and Injuries in Construction Industry in Jeddah City. *Journal of King Abdulaziz University: Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Sciences*, 28(1), 105–116. <https://doi.org/10.4197/met.28-1.9>
7. Lander, F., Nielsen, K. J., & Lauritsen, J. (2016). Work injury trends during the last three decades in the construction industry. *Safety Science*, 85, 60–66. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.10.013>
8. Animashaun, O., & Odeku, K. O. (2014). Industrial Accident and Safety Hazards at the Workplace: A Spatio-Physical Workplace Approach. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(20), 2949–2953. <https://doi.org/10.5901/mjss.2014.v5n20p2949>
9. Appiah, S. O. (2019). Working Conditions and Exposure to Work Related Injuries and Accidents at Kokompe-Accra Ghana. *Ghana Journal of Geography*, 11(2), 52–76. <https://www.ajol.info/index.php/gjg/article/view/191981>
10. Sukach, S. (2014). Multivariable mathematical model of comfortable air environment of classrooms. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University*,

5/2014(88), 112–117. [https://visnikkrmu.kdu.edu.ua/statti/2014\\_5\\_112-5-2014.pdf](https://visnikkrmu.kdu.edu.ua/statti/2014_5_112-5-2014.pdf) [in Ukrainian]

11. Zaporozhets, O., Sukach, S., Halahan, O., & Kozlovska, T. (2017). Determination of the parameters optimum comfort in the working area facilities in air environment indicators. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University*, 1/2017(102), 17–21. [https://visnikkrmu.kdu.edu.ua/statti/2017\\_1\\_17-21\\_1-2017.pdf](https://visnikkrmu.kdu.edu.ua/statti/2017_1_17-21_1-2017.pdf) [in Ukrainian]

12. Schenkelberg, F. (2023). *An Introduction to the Cause and Effect Diagram*. Accendo Reliability. <https://accendoreliability.com/introduction-cause-effect-diagram/>

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.Ф. Харченко, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

**Автор:** ПЕТРЕНКО Іван Сергійович  
асистент кафедри цивільної безпеки, охорони праці, геодезії та землеустрою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, аспірант відділу вібропневмотранспортних систем і комплексів Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України  
E-mail – [ivanpetrenko95@outlook.com](mailto:ivanpetrenko95@outlook.com)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9846-3737>

**Автор:** ЧЕНЧЕВА Ольга Олександрівна  
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільної безпеки, охорони праці, геодезії та землеустрою  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
E-mail – [chenchevaolga@gmail.com](mailto:chenchevaolga@gmail.com)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5691-7884>

**Автор:** ЗОЗУЛЯ Сергій Васильович  
кандидат технічних наук, декан факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій Національний авіаційний університет  
E-mail – [sergevzoz@ukr.net](mailto:sergevzoz@ukr.net)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1192-8088>

**Автор:** ШЕВЧЕНКО Володимир Георгійович  
доктор технічних наук, професор, завідувач відділу вібропневмотранспортних систем і комплексів Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України  
E-mail – [ygshevchenko@ua.fm](mailto:ygshevchenko@ua.fm)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7290-811X>

**Автор:** ЛОГВІНКОВ Сергій Михайлович  
доктор технічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри технологій і безпеки життєдіяльності  
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця  
E-mail – [sergii.logvinkov@hneu.net](mailto:sergii.logvinkov@hneu.net)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5957-2386>

## A METHODOLOGY FOR DETERMINING RISKS BASED ON THE ANALYSIS OF INJURIES TO EMPLOYEES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

I. Petrenko<sup>1,2</sup>, O. Chencheva<sup>1</sup>, S. Zozulia<sup>3</sup>, V. Shevchenko<sup>2</sup>, S. Lohvinkov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University, Ukraine

<sup>2</sup>M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine

<sup>3</sup>National Aviation University, Kyiv, Ukraine

<sup>4</sup>Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine

*The article aims to analyse the causes of occupational injuries, identify risk factors for employees, and improve workplace safety and accident prevention standards. To achieve the stated aim, the authors applied a comprehensive approach, which included an in-depth study of recent injury trends, identification of the main causal factors, and a thorough examination of the risks affecting working conditions and leading to injuries. The research methodology included a variety of tools, such as a deep analysis of statistical data on injuries in the context of an industrial enterprise, a review of internal documentation, and an evaluation of risk factors. The study results provided a detailed picture of the changing trajectory of injuries among industrial workers, which is closely related to their length of service and experience at the enterprise. Based on this understanding, we derived a specific risk assessment formula that synthesised the relationship between injuries and length of service. In addition, a thorough analysis of the structure of injuries during different shifts revealed a pronounced tendency for accidents to occur in the evening and at night, partly due to the psychological and physiological stress experienced by employees during these periods and the impact of microclimatic working conditions. To enhance the effectiveness of the risk assessment methodology, we proposed to integrate a comfort factor coefficient that shows the microclimatic factors' impact on occupational safety and injury rates. These efforts have resulted in an improved risk assessment formula that can provide a more accurate prognosis of injury incidents and help optimise occupational health and safety protocols for employees at industrial enterprises. In addition, using statistical data, the study determined the cause-effect relation between risks to industrial workers, shown through the visual representation of an Ishikawa diagram, thus providing a further perspective for risk assessment in the enterprise.*

**Keywords:** injuries, risks, injury analysis, mining and processing plant, industry.