

# Оцінка професійних ризиків водія технологічного вантажного автомобіля для умов лісового господарства

## Assessment of professional risks of the driver of a technological truck for forestry conditions

**Віталій Цопа \* 1 A**

\*Corresponding author: д.тех.н., професор, e-mail: dr.tsopav@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4652-9180

**Наталія Бородіна <sup>2 B</sup>**

д.тех.н., професор, e-mail: ignsborodina@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5942-5658

**Сергій Чеберячко <sup>3 C</sup>**

д.тех.н., професор, e-mail: sicheb@ukr.net, ORCID: 0000-0003-3281-7157

**Олег Дерюгін <sup>4 C</sup>**

к.техн.н., доцент, e-mail: deryugin\_o@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2456-7664

**Віталій Гільперт <sup>5 C</sup>**

аспірант, e-mail: gilpert@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5996-5398

**Олександр Боровицький <sup>6 C</sup>**

аспірант, e-mail: borovytskyi.o.m@nmu.one, ORCID: 0000-0003-1111-7960

**Vitaliy Tsopa \* 1 A**

\*Corresponding author: Dr. Sc. Tech., Professor, e-mail: dr.tsopav@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4652-9180

**Natalia Borodina <sup>2 B</sup>**

Dr. Sc. Tech., Professor, e-mail: ignsborodina@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5942-5658

**Serhii Cheberiachko <sup>3 C</sup>**

Dr. Sc. Tech., Professor, e-mail: sicheb@ukr.net, ORCID: 0000-0003-3281-7157

**Oleg Deryugin <sup>4 C</sup>**

Candidate of Technical Science, Associate Professor, e-mail: deryugin\_o@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2456-7664

**Vitaly Hilpert <sup>5 C</sup>**

Graduate Student, e-mail: gilpert@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5996-5398

**Oleksandr Borovytskyi <sup>6 C</sup>**

Graduate Student, e-mail: borovytskyi.o.m@nmu.one, ORCID: 0000-0003-1111-7960

<sup>A</sup> Міжнародний інститут менеджменту, м. Київ, Україна

<sup>B</sup> Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, м. Київ, Україна

<sup>C</sup> Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна

<sup>A</sup> International Institute of Management, Kyiv, Ukraine

<sup>B</sup> Institute of Public Administration and Scientific Research on Civil Protection, Kyiv, Ukraine

<sup>C</sup> Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

Received: September 10, 2022 | Revised: October 25, 2022 | Accepted: October 31, 2022

UDC: 656.025:656.08(075)

DOI: 10.33445/sds.2022.12.5.9

**Мета роботи:** удосконалення процесу з визначення рівня професійного ризику водія технологічного вантажного автомобіля, шляхом визначення взаємозв'язків між різними зовнішніми і внутрішніми небезпечними чинниками, які підвищують вірогідність настання незвичайної події під час виконання виробничої діяльності.

**Метод:** застосовувався метод fuzzy "Decision Making Trial and Evaluation" (fuzzy Dematel).

**Теоретична цінність дослідження:** визначено тридцять небезпечних чинників, що можуть призвести до порушення опорно-рухового апарату водія технологічного вантажного автомобіля під час виконання трудових зобов'язань на підприємствах лісного господарства. Визначено найбільш впливові небезпечні чинники нечітким методом "fuzzy DEMATEL", які мають найбільш вплив на настання небезпечної події, що пов'язані з роботою водія технологічного вантажного автомобіля.

**Практична цінність дослідження:** встановлено причинно-наслідковий взаємозв'язок між визначеними небезпечними чинниками, які впливають на роботу водія технологічного вантажного автомобіля під час виконання професійної діяльності, що дозволяє ідентифікувати причинні та наслідкові небезпечні чинники.

**Цінність дослідження:** розроблено алгоритм оцінки професійних ризиків з урахуванням.

**Тип статті:** практичний.

**Ключові слова:** професійний ризик, небезпечний чинник, небезпечна подія, метод fuzzy Dematel.

**Purpose:** The aim of this work is to improve the process of determining the level of professional risk of the driver of a technological truck, by determining the relationships between various external and internal dangerous factors that increase the probability of an unusual event during the performance of production activities.

**Method:** to use the fuzzy method "Decision Making Trial and Evaluation" (fuzzy Dematel).

**Theoretical value of research:** thirty dangerous factors that can lead to a violation of the musculoskeletal system of the driver of a technological truck during the performance of labor obligations at forestry enterprises have been identified. The most influential dangerous factors were determined by the fuzzy Dematel method, which have the greatest influence on the occurrence of a dangerous event related to the work of a driver of a technological truck.

**Practical value of research:** a cause-and-effect relationship was established between the identified dangerous factors that affect the work of the driver of a technological truck during the performance of professional activities, which allows the identification of the most causal and consequential dangerous factors.

**Value of research:** an algorithm for the assessment of professional risks has been developed taking into account.

**Type of article:** practical.

**Key words:** professional risk, dangerous factor, dangerous event, fuzzy Dematel method.

## 1. Вступ

Питання щодо впровадження процедур оцінки професійних ризиків (далі – ПР) на підприємствах лісової промисловості гостро постало ще 2015 року [1]. Стрімке зростання виробничого травматизму, а особливо випадків з тяжкими наслідками, змусило прийняти заходи, які були спрямовані на вдосконалення систем управління охороною праці у відповідності до вимог стандарту ДСТУ ISO 45001:2019 [2]. Відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 45001:2019 кожне підприємство повинно визначити всі зовнішні та внутрішні небезпечні чинники (далі – НЧ), які впливають на здатність системи управління охороною праці і безпекою праці (далі – СУОЗіБП) досягати запланованого результату. “Розуміння організації та її середовища” є основою для визначення елементів стандарту ДСТУ ISO 45001:2019, таких як область застосування (п. 4.3), політика (п. 5.2), планування, цілі, безпеки та можливості (п. 6) [2]. Інформацію про стан внутрішнього середовища організації можна отримати зі звітів про результативність СУОЗіБП, внутрішніх аудитів, результатів проведеної самооцінки, протоколів нарад керівників різних рівнів та ін. Джерелами інформації про внутрішні чинники організації може бути інформація, розміщена в інтернеті: дослідження, публікації в періодичних виданнях, сайти новин, офіційні сайти державних органів. Інформацію про стан внутрішнього середовища підприємства можна отримати зі звітів про результативність СУОЗіБП, внутрішніх аудитів, результатів проведення самооцінки, протоколів нарад керівників різних рівнів та ін. Важливо розуміти, що зазначений алгоритм має взаємопов’язаний вплив на досягнення запланованих результатів, що призводить до необхідності виявлення чинників ПР, які підсилюють/послаблюють їх дію. Самі по собі чинники не несуть ніякої загрози для людини, а от сумісно з наявною небезпекою вони можуть призвести до фатальних наслідків. Тоді як присутність різних зовнішніх і внутрішніх чинників, які іноді плутають з ПР, можуть збільшити чи зменшити вірогідність настання небезпечної події (далі – НП), через наявність зазначеної небезпеки (рис. 1).

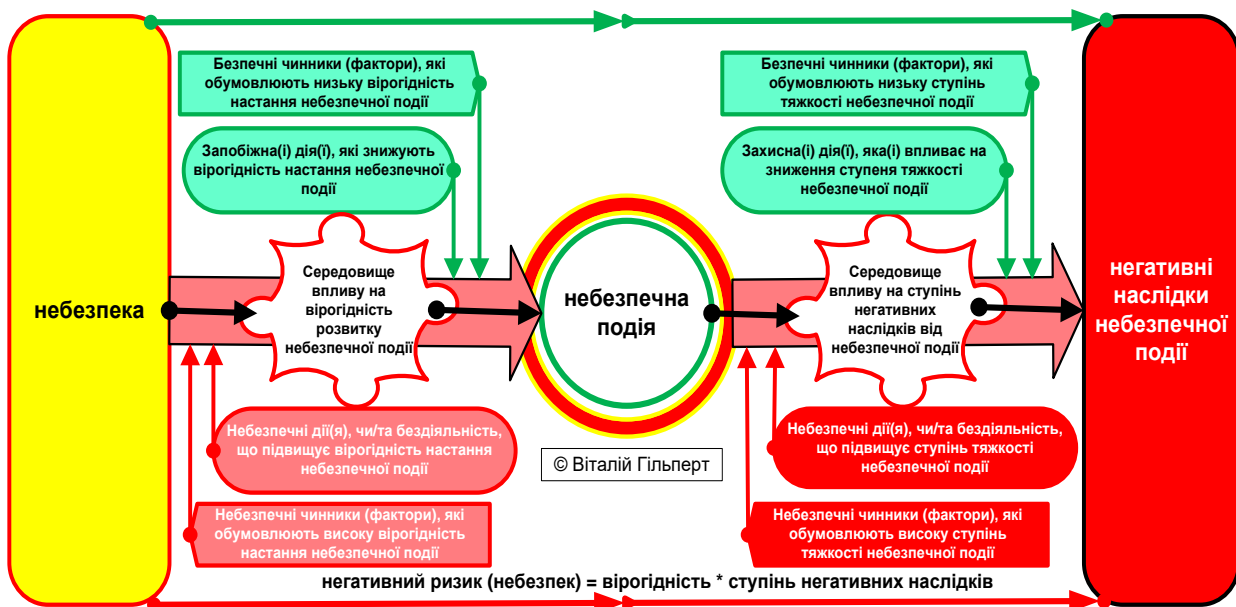


Рисунок 1 – Модель керування ПР небезпек зовнішнього та внутрішнього середовища організації

Це вимагає проведення відповідних наукових досліджень щодо розробки нових чи удосконалення відомих методів для аналізу внутрішніх та зовнішніх НЧ середовища організації,

які дозволять підвищити результативність оцінки ПР в СУОЗіБП на підприємствах, і відповідно зменшити фінансові втрати.

## **2. Теоретичні основи дослідження**

Аналіз останніх публікацій показав, що для оцінки ПР водіїв вантажних автомобілів застосовують більше двадцяти запропонованих міжнародним стандартом ISO 31010 методів з оцінки ризиків [3, 4], серед яких найбільшої популярності набрав метод "HAZOP" [5], який вважається одним із методів, який дозволяє забезпечити об'єктивну відтворюваність отриманих оцінок. Однак, у проаналізованих наукових публікаціях, не передбачено врахування впливу зовнішніх і внутрішніх НЧ на ймовірність виникнення НП, що може призвести до збільшення величини ПР, а відповідно і до помилок під час прийняття управлінських рішень, які спрямовані на їх усунення. З іншого боку, існує значна кількість публікацій, яка висвітлює проблеми при роботі водіїв вантажних автомобілів у лісному господарстві. Так у роботі [6] вказується, що основною небезпекою, яка приводить до значних ризиків є втома водіїв через значні терміни робочого часу, які іноді досягають до 18 годин, що не дозволяє відновлювати водієві відповідний рівень працездатності за час відпочинку. Нажаль, автори в представленому дослідженні обмежились тільки оцінкою одного негативного фактору на ПР виникнення НП. В іншій роботі [7, 8] вказується, що найбільші ПР водіїв пов'язані з розвитком професійних захворювань системи травлення, що підкріплюють доволі об'ємними дослідженнями впливу декількох небезпечних чинників, як рівень холестерину, куріння, діабету, малорухомий спосіб життя. В той же час автори не проводять ранжування цих НЧ, вважаючи їх вклад в розвиток професійних хвороби рівнозначним, що може призвести до помилки, оскільки в кожній людини розвиток захворювання є індивідуальним. Ще в одному дослідженні [9] автори, розглядаючи основні причини дорожньо-транспортних пригод з водіями вантажних автомобілів звернули увагу на рівень автоматизації робочого місця. Авторі запропонували методологію з аналізу впливу працездатності різних систем контролю за технічним станом автомобіля та розміщення вантажу на ризик настання небезпечної події. Вказана методологія дозволяє визначити перед аварійну динаміку роботи водія, а також встановити можливі шляхи з уникнення небезпек. Однак у роботі існує обмеження, щодо врахування психоемоційного стану водія, його можливості опрацювати відповідні рекомендації отримані щодо поточного стану технічної системи. Також існує доволі значна кількість публікацій з оцінки ергономічних ризиків водія [10, 11, 12, 13, 14, 15]. Значну увагу на розвиток опорно-рухового апарату [13], мають й психосоціальні фактори, такі як стрес, відсутність соціальної підтримки, низькі доходи [10-12]. Враховуючи значну кількість шкідливих факторів, які впливають на здоров'я водія під час виконання транспортної роботи було запропоновано використовувати комплексний критерій, який визначався за розрахунком відповідних вагових балів [14, 15]. Однак застосування такого підходу може призвести до помилок, оскільки бальна оцінка може призвести до різного трактування результатів, які опинились на межі розмежування різного рівня ризику. З проаналізованих наукових досліджень можна зробити висновок, що необхідно проводити оцінку ПР з урахуванням впливу різних НЧ, які дозволяють ретельніше отримати відповідну якісну оцінку НП.

## **3. Методологія дослідження**

Для поліпшення процедури оцінки ПР пропонується спеціальний алгоритм (рис. 2) основною відмінністю, якого від відомих є процедура аналізу і визначення причин НЧ (опрацювання всієї сукупності негативних і безпечних чинників), яка дозволяє "глибоко" опрацювати вплив всіх зовнішніх і внутрішніх НЧ на ймовірність настання НП (інциденту).

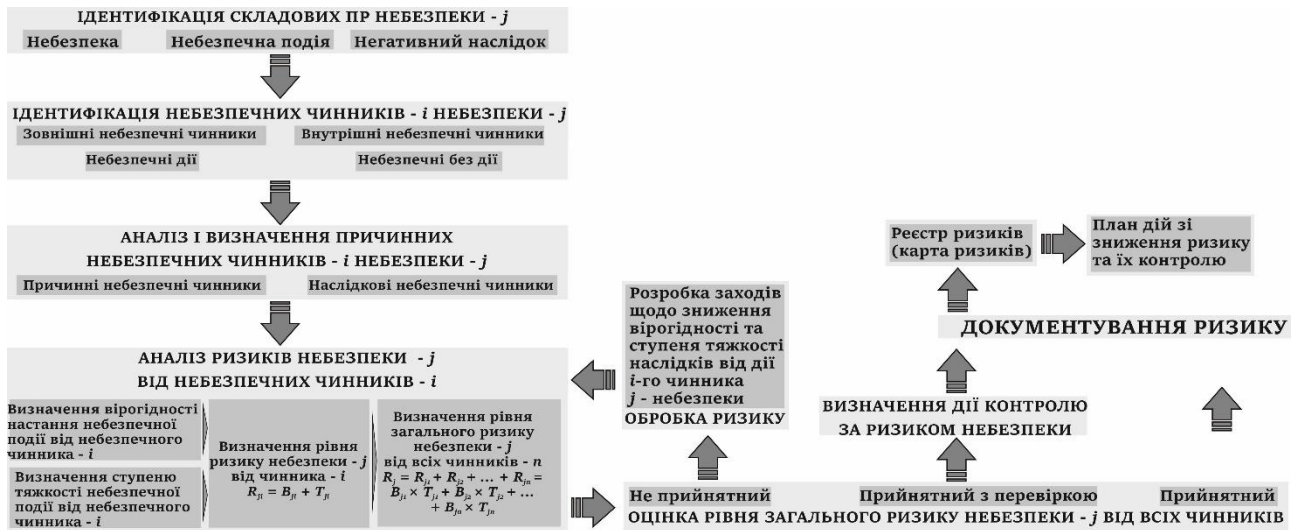


Рисунок 2 – Поліпшений процес керування ПР

Для зазначеної вище процедури передбачається скористатись методом fuzzy Dematel, який базується на парних інструментах порівняння та прийняття рішень на основі теорії графів [17], [18], що дозволить провести перетворення причинно-наслідкових зв'язків у структурно-візуальних моделях та ідентифікувати й зрозуміти взаємозалежності між різними небезпечними чинниками, що спричиняють шкоду людині.

Метод fuzzy Dematel перевершує інші багатокритеріальні методики прийняття управлінських рішень, таких як методи "Interpretive structural modeling" (ISM) і "Analytic Hierarchy Process" (АНР), оскільки вона дозволяє ефективно оцінити загальний ступінь впливу різних факторів або проблем, виділити причинно-наслідкові групи і встановити причинно-наслідкові зв'язки [16, 17, 18]. Використання нечіткостей в методі fuzzy Dematel дозволяє використовувати неточну інформацію, яка типова для звичайних людських суджень. Він включає 4 основні етапи [19, 20, 21].

*Формування даних для аналізу.* Для виявлення областей, у яких можливо вдосконалення процесу, необхідно зібрати дані, які стосуються досвіду проблеми, що розглядається, щоб можна було застосувати різні кількісні та якісні операції для уточнення деталей.

*Ідентифікація отриманих даних.* Інформація, зібрана на етапі А, важлива для виявлення потенційних проблем (ПР), що перешкоджають нормальному функціонуванню технологічного (транспортного) процесу, що розглядається. Виходячи з характеру отриманої інформації, проводиться кількісний та якісний аналіз даних. Можливе також перетворення якісних (логістичних висловлювань) даних у кількісні та навпаки.

*Аналіз взаємозв'язків.* Число проблем, виділених на цьому кроці, може змінюватись в діапазоні від декількох одиниць до дуже великих значень. Вважається, що жодна із проблем не існує сама по собі, поза зв'язком з іншими. Інакше висловлюючись, кожна проблема може проводити інші чи залежати від інших проблем. Отже, важливо проаналізувати взаємозв'язки між проблемами.

*Інтерпретація отриманих результатів.* На цьому етапі виконується інтерпретація результатів аналізу, проведеного на етапі аналізу взаємозв'язків.

Наведені чотири етапи можна розбити на декілька послідовних кроків проведення дослідження (рис. 3), які дозволять отримати відповідний результат з аналізу впливу тих чи інших НЧ на ефективність функціонування технологічного (транспортного) процесу.

**I ЕТАП - ФОРМУВАННЯ ДАНИХ ДЛЯ АНАЛІЗУ**

Крок 1. Формування групи експертів-фахівців відповідної галузі, які мають теоретичний і практичний досвід в відповідній сфері діяльності з метою ідентифікації небезпечних чинників, пов'язаних з професійною діяльністю працівника та їх наслідків.

Крок 2. Визначення критеріїв оцінювання і розробка нечіткої лінгвістичної шкали для проведення експертного оцінювання.

**II ЕТАП - ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОТРИМАНИХ ДАНИХ**

Крок 3. Побудова нечіткої нормалізованої матриці прямого зв'язку  $\tilde{Z}_i$  на підставі результатів експертних суджень проблеми, що розглядається.

Крок 4. Аналіз початкової нормалізованої нечіткої прямої матриці і перетворення шкали критеріїв оцінювання на шкалу порівняння значень. в трикутні числа розроблених критеріїв оцінювання.

**III ЕТАП - АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ**

Крок 5. Побудова і розрахунок прямої матриці зв'язків  $\tilde{T}$  нормального відношення.

Крок 6. Значення виразів  $R_i + C_i$  і  $R_i - C_i$  дефазифікуються (перетворення нечіткої множини в чітке число за ступенем приналежності) за допомогою методу використання техніки дефазифікування центру області значень (COA).

**IV ЕТАП - ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ**

Крок 7. Побудова причино-наслідкової діаграми. Проведення аналізу отриманих результатів.

Рисунок 3 – Алгоритм методу fuzzy DEMATEL

На першому кроці проводиться формування групи експертів-фахівців відповідної галузі, які мають теоретичний і практичний досвід в відповідній сфері діяльності з метою ідентифікації НЧ, пов'язаних з професійною діяльністю водія та їх наслідків.

На другому кроці проводиться визначення критеріїв оцінювання і розробка нечіткої лінгвістичної шкали для проведення експертного оцінювання. На цьому етапі визначаються різні критерії та ступеня відносної значимості кожної проблеми, а також представляємо їх у лінгвістичних класифікаційних термінах: *дуже високий вплив*, *високий вплив*, *низький вплив*, *дуже низький вплив* і *ніякого впливу*. Відповіді експертів, перетворені на нечіткі числа з використанням розмитої шкали. Використовувалися трикутні нечіткі числа; трикутне нечітке число  $\tilde{z}$  визначається наступним чином:  $\tilde{z} = (l, m, u)$ , де  $l$ ,  $m$  і  $u$  дійсні числа та  $l \leq m \leq u$ . Функція приналежності  $\mu_{\tilde{z}}$  визначається наступним чином:

$$\mu_{\tilde{z}} = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & \text{при } l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & \text{при } m \leq x \leq u \\ 0 & \text{у всіх інших випадках} \end{cases} \quad (1)$$

Третій крок передбачає побудову нечіткої нормалізованої матриці прямого зв'язку на підставі результатів експертних суджень проблеми, що розглядається. Проводиться формування нечітких матриць  $\tilde{z}_1, \tilde{z}_2, \tilde{z}_3, \dots, \tilde{z}_p$ . Трикутні нечіткі числа були згенеровані відповідно до суджень експертів, які брали участь в експертному оцінюванні. Початкову пряму матрицю будемо називати нечіткою матрицею  $\tilde{z}_k$ :

$$\tilde{z}^k = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{z}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{z}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{z}_{21}^{(k)} & 0 & \dots & \tilde{z}_{2n}^{(k)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{z}_{n1}^{(k)} & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

де  $\mu_{\tilde{z}} = 1, 2, 3, \dots, p$ ;  $\tilde{z}_{ij}^{(k)} = (l_{ij}^{(k)}, m_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)})$ .

Без обмеження загальності  $\tilde{z}_u^{(k)} = (i = 1, 2, \dots, n)$  буде розглядатися як трикутне нечітке число  $\tilde{z} = (0, 0, 0)$ , коли це потрібно.

На четвертому кроці проводимо аналіз нормалізованої нечіткої матриці прямих зв'язків. Припустимо, що:

$$r_k = \max_{i=1}^n (\sum_{j=1}^n u_{ij}^k). \quad (3)$$

Для перетворення шкали критеріїв у шкалу порівнянних значень використано лінійне перетворення, і нормалізована нечітка матриця прямих зв'язків, отримана за результатами експертного оцінювання і має наступний вигляд:

$$\tilde{x}^k = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11}^{(k)} & \tilde{x}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{x}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{x}_{21}^{(k)} & \tilde{x}_{22}^{(k)} & \dots & \tilde{x}_{2n}^{(k)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{n1}^{(k)} & \tilde{x}_{n2}^{(k)} & \dots & \tilde{x}_{nn}^{(k)} \end{bmatrix} \quad (4)$$

де  $k = 1, 2, 3, \dots, p$ .

$$\tilde{x}_{ij}^{(k)} = \frac{\tilde{z}_{ij}^{(k)}}{r^k} = \left( \frac{l_{ij}^{(k)}}{r^k}, \frac{m_{ij}^{(k)}}{r^k}, \frac{u_{ij}^{(k)}}{r^k} \right). \quad (5)$$

Подібно тому, як це прийнято у звичайному методі Dematel, ми вважаємо, що є принаймні одне значення  $i$  таке, що  $\sum_{j=1}^n u_{ij}^k < \sum_{j=1}^n r^k$ .

$\tilde{X}$  позначає середнє значення суджень всіх експертів, які брали участь в оцінюванні технологічного процесу:

$$\tilde{X} = \frac{\tilde{x}^1 + \tilde{x}^2 + \dots + \tilde{x}^p}{p}. \quad (6)$$

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} & \dots & \tilde{X}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{X}_{n1} & \tilde{X}_{n2} & \dots & \tilde{X}_{nn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

де  $\tilde{X}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p \tilde{x}_{ij}^{(k)}}{p}$ .

П'ятий крок полягає в розрахунку загальної нечіткої матриці зв'язків  $\tilde{T}$ . Відомо що,  $\lim_{W \rightarrow \infty} X^W = \Theta$ , де  $\Theta$  – нульова матриця. Крім того, відомо, що  $\lim_{W \rightarrow \infty} (1 + \tilde{X} + \tilde{X}^2 + \dots + \tilde{X}^W) = X \cdot (1 - \tilde{X})^{-1}$ . Обидва ці співвідношення доведені у [22]. Остання матриця і є загальною нечіткою матрицею зв'язків  $\tilde{T}$ .

Шостий крок полягає в розрахунку загальної матриці зв'язків  $\tilde{T}$ . Також обчислюються вектори значущості та відносного становища.

На сьомому кроці всі нечіткі числа перетворюються на точні значення. Для цього використовується наступний варіант методу CFCS. Припустимо, що є трикутні нечіткі числа  $\tilde{N}_k = (l_k, m_k, u_k)$ ;  $k = 1, 2, \dots, n$ . За умови, що  $L = \max(l_k)$ ;  $R = \max(u_k)$ ;  $\Delta = R - L$ . Тобто звичайне значення  $\tilde{N}_k$  розраховується за наступною формулою:

$$\tilde{N}_k^{def} = L + \Delta \times \frac{(m_k - L)(\Delta + u_k - m_k)^2(R - l_k) + (u_k - L)^2(\Delta + m_k - l_k)^2}{(\Delta + m_k - l_k)^2(\Delta + u_k - m_k)^2(R - l_k) + (u_k - L)^2(\Delta + m_k - l_k)^2(\Delta + u_k - m_k)} \quad (8)$$

За результатами розрахунку, який проведено на 7 кроку, будується причино наслідкова діаграма (рис. 5).

Після виявлення найбільш впливових НЧ проводимо оцінку ПР який передбачає визначення його рівня як суми добутку вірогідності НП ( $B_{пj}$ ) і тяжкості наслідків ( $T_{пj}$ ) від усіх попередньо встановлених найбільш впливових НЧ.

$$R_{п} = \sum (B_{пj} \times T_{пj}) \quad (9)$$

У випадку отримання від'ємних значень, рівень ПР приймається рівним нулю і вважається низьким. Градації рівнів впливу означених величин приводяться в таблицях 1, 2.

**Таблиця 1 – Рівні вірогідності ( $B_{пj}$ ) НП**

Градація рівня впливу	Рівень імовірності НП	Характеристика (опис)
1	Неможливий	Імовірність близька до нуля
2	Практично неможливий	Надзвичайно мало ймовірно, що подія відбудеться протягом строку
3	Малоймовірний	Малоймовірно, але може раз відбутися протягом строку
4	Рідкий	Відбувається принаймні один раз протягом строку
5	Імовірний	Відбувається кілька разів протягом строку
6	Високо ймовірний	НП відбувається часто протягом розгляданого строку

Після визначення рівня ПР пропонуються рішення щодо запобіжних дій для його зниження. За результатами визначення рівня ПР його може бути віднесено до однієї з груп ПР (табл. 2):

- I і II – потрібні заходи щодо зниження ПР;
- III – не потрібні заходи щодо зниження ПР, але потрібен контроль за безпекою;
- IV – не потрібні заходи щодо зниження ПР і не потрібен контроль за безпекою.

Дуже часто вжиті захисні заходи зменшують імовірність ПР, але не усувають небезпеку. У цих випадках знижується ймовірність ПР, але його тяжкість залишається без зміни. Потрібно також розглядати запобіжні дії, спрямовані на зниження ступеня тяжкості наслідків. При рівні ПР категорично неприйнятний та неприйнятний розуміємо, що роботи виконувати забороняється без зміни в умовах та без розробки і впровадження заходів щодо зниження ПР.

**Таблиця 2 – Рівні тяжкості наслідків ( $T_{пj}$ ) НП**

Градація рівня впливу	Рівень тяжкості наслідків	Характеристика наслідків для гігієни і безпеки праці
1	Незначний	Незначні ушкодження в однієї людини, незначне нездужання в однієї людини, майже відсутня, несуттєва шкода системи або навколишнього середовища
2	Низький	Травма легкого ступеня тяжкості в однієї людини, незначні ушкодження у групи людей, професійне захворювання легкого ступеня тяжкості в однієї людини, незначне нездужання у групи людей, завдання незначної шкоди системі або навколишньому середовищу
3	Помірний	Травми середньої тяжкості в однієї людини, легкі травми у групи людей, професійне захворювання середньої тяжкості в однієї людини, професійне захворювання легкого ступеня тяжкості у групи людей, завдання несуттєвої шкоди системі
4	Значний	Тяжкі травми в однієї людини, травми середньої тяжкості у групи людей, тяжке професійне захворювання в однієї людини, професійне захворювання середньої тяжкості у групи людей, значна шкода, завдана одному елементу системі
5	Високий	Загибель однієї людини, групові тяжкі травми, групові тяжкі професійні захворювання, руйнування системі
6	Катастрофічний	Групова загибель людей, руйнування системі, завдання великої шкоди навколишньому середовищу

Першочергово мають бути виконані упереджувальні та захисні заходи для унеможливлення реалізації небезпеки в НП та/або зниження наслідків НП. Встановлюється контроль за заборону проведення робіт.

#### 4. Результати

На основі проведеного аналізу найбільш ймовірною НП при роботі водія технологічного вантажного автомобіля є травмування опорно-рухового апарату, що пов'язано з п'ятьма основними типами НЧ: людського, технічного, ергономічного, соціального з яких виділено тридцять небезпечних чинників, які можуть нашкодити життю та здоров'ю людині (табл. 3).

**Таблиця 3 – НЧ, які збільшують вірогідність НП – травмування опорно-рухового апарату**

Людський фактор	A <sub>1</sub>	Відсутність навичок управління автотранспортним технологічним обладнанням в умовах відкритої місцевості з навантажувально-розвантажувальних робіт (НРР)
	A <sub>2</sub>	Відсутність практичного застосування спеціальних знань при роботі з навантажувальним технологічним обладнанням
	A <sub>3</sub>	Брак навичок розуміння системи та навичок ефективного прийняття рішень під час виконання професійної діяльності
	A <sub>4</sub>	Незадовільний фізичний і психофізіологічний стан водія
	A <sub>5</sub>	Відсутність регулярного та періодичного навчання підвищення навичок професійної майстерності
Технічний фактор	A <sub>6</sub>	Відсутність якісного перед рейсового технічного огляду
	A <sub>7</sub>	Недбалість дотримання перевірок безпеки водія при роботі з крано-маніпуляторним пристроєм (КМП)
	A <sub>8</sub>	Експлуатація технічно несправного автомобіля з КМП
	A <sub>9</sub>	Помилка при кріпленні вантажу при керуванні вантажним автомобілем з КМП
	A <sub>10</sub>	Не якісні запчастини та несвоєчасна проведення заміни агрегатів та вузлів ТЗ



	A <sub>11</sub>	Відсутність ефективної системи нагляду та технічної перевірки ТЗ
	A <sub>12</sub>	Експлуатація застарілого технологічного обладнання після гарантійного строку експлуатації
	A <sub>13</sub>	Експлуатація несправного гідравлічного обладнання КМП пристрою
	A <sub>14</sub>	Експлуатація переобладнаного ТЗ з КМП з встановленням додаткового обладнання
	A <sub>15</sub>	Невідповідність вантажопідйомності ТЗ кількості вантажу, що перевозиться
Ергономічний фактор	A <sub>16</sub>	Відсутність грошових доплат за складність виконання професійних функцій
	A <sub>17</sub>	Відсутність достатньої оглядовості на робочому місці
	A <sub>18</sub>	Відсутність ефективної системи опалювання/кондиціонування кабіни
	A <sub>19</sub>	Відсутність ефективних засобів кріплення вантажу
	A <sub>20</sub>	Вплив шкідливих НЧ (пил, шум, вібрація, температурний режим в кабіні та ін.)
Соціальний фактор	A <sub>21</sub>	Незадоволення умовами праці
	A <sub>22</sub>	Відсутність ефективного контролю за безпекою праці
	A <sub>23</sub>	Відсутність поліпшення навичок професійної майстерності
	A <sub>24</sub>	Не задоволення заробітною платнею
	A <sub>25</sub>	Незадоволення ергономікою робочого місця
	A <sub>26</sub>	Понад нормований графік роботи
	A <sub>27</sub>	Відсутність належного перед рейсового медичного контролю стану здоров'я водія
Кліматичний фактор	A <sub>28</sub>	Робота на відкритій місцевості, в природних умовах, які не дозволяють проводити небезпечно НРР сортової деревини
	A <sub>29</sub>	Перевезення сортової деревини по тимчасових дорогах зі зміним станом поверхні в наслідку впливу природних опадів (дощ, сніг, туман)
	A <sub>30</sub>	Робота в природних умовах, при низькій температурі навколишнього середовища, при впливі природних опадів (дощ, сніг, туман) без носіння спеціалізованого одягу і засобів індивідуального захисту (рукавиці, каска, страхувальний ремінь та ін.)

Процес визначення причинних НЧ на можливість травмування водія технологічного вантажного автомобіля. На цьому етапі різний ступінь впливу одного НЧ на інші представлено в формі п'яти лінгвістичних термінів: дуже високий вплив (ВВ), високий вплив (В), низький вплив (Н), дуже низький вплив (ДНВ), ніякого впливу (НВ) (табл. 4).

**Таблиця 4 – Представлення лінгвістичних термінів ступня впливу одного НЧ на інші**

Дуже високий вплив	ВВ	0,75	1	1
Високий вплив	В	0,5	0,75	1
Низький вплив	Н	0,25	0,5	0,75
Дуже низький вплив	ДНВ	0	0,25	0,5
Ніякого впливу	НВ	0	0	0,25

Результати оцінювання трьох експертів представлені у формі лінгвістичних термінів (рис. 4).



Фактор	$\tilde{D}$	$\tilde{R}$	$(\tilde{D} + \tilde{R})$	$(\tilde{D} - \tilde{R})$	Ранг
A <sub>12</sub>	27,85	33,84	61,69	-5,99	30
A <sub>13</sub>	27,77	28,93	56,70	-1,15	17
A <sub>14</sub>	27,78	33,29	61,07	-5,52	28
A <sub>15</sub>	28,6	25,3	53,90	3,29	7
A <sub>16</sub>	28,63	27,85	56,48	0,79	11
A <sub>17</sub>	27,97	24,35	52,32	3,62	6
A <sub>18</sub>	28,02	29,79	57,81	-1,77	20
A <sub>19</sub>	28,27	25,78	54,04	2,49	8
A <sub>20</sub>	28,6	27,94	56,54	0,66	12
A <sub>21</sub>	28,49	31,33	59,82	-2,84	26
A <sub>22</sub>	28,28	22,62	50,90	5,66	4
A <sub>23</sub>	28,66	22,2	50,86	6,46	2
A <sub>24</sub>	27,63	26,81	54,43	0,82	10
A <sub>25</sub>	29,13	30,31	59,44	-1,18	18
A <sub>26</sub>	28,72	23,14	51,86	5,58	5
A <sub>27</sub>	28,69	22,74	51,42	5,95	3
A <sub>28</sub>	28,77	21,63	50,40	7,14	1
A <sub>29</sub>	29,26	30,68	59,94	-1,42	19
A <sub>30</sub>	29,1	31,23	60,33	-2,13	21

В табл. 6 наведено пріоритезацію НЧ над наслідками їх впливу, що дозволяє отримати карту зв'язків між вимірами НЧ, з якої вибираємо найбільш значущі для подальшого оцінювання ПР. Аналіз отриманих результатів показав, що найбільший ранг мають НЧ, які є найменш прогнозованими і залежать від професійної підготовки водія. До них відносять відсутність можливості підвищення навичок професійної діяльності, майстерності та відсутність належного передрейсового медичного контролю стану здоров'я водія вантажного автомобіля. Найімовірніше, це пов'язано зі значною кількістю виробничих завдань і високими нормативними вимогами до транспортного процесу, які, на жаль, у більшості випадків не підкріплені відповідним рівнем контролю і підтримки з боку керівників.

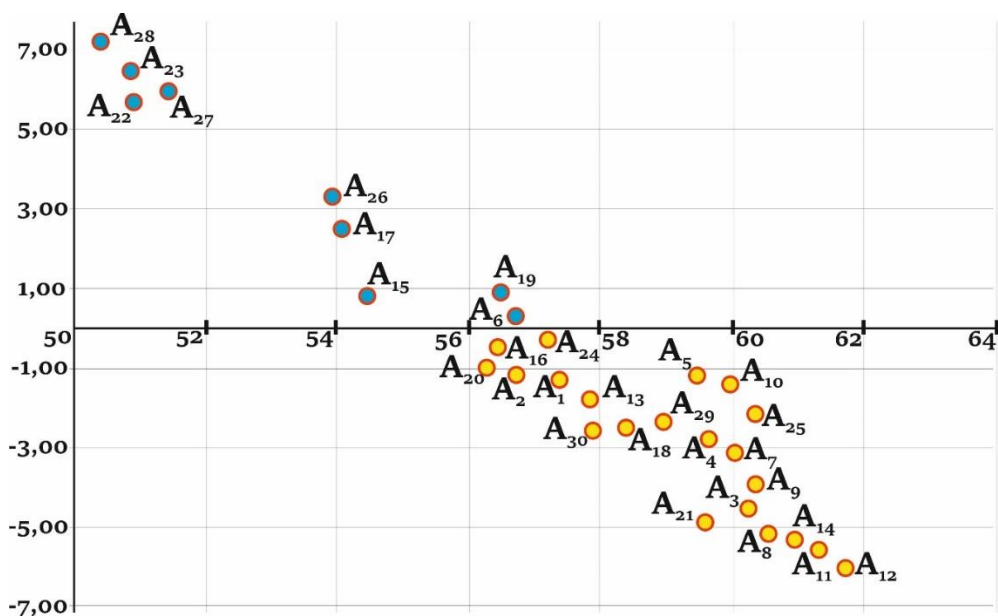


Рисунок 5 – Причино-наслідкові зв'язки НЧ (схема причин і наслідків)

**Таблиця 6 – Причинні НЧ та пов'язані з ними наслідкові НЧ**

Причинні НЧ	Наслідкові НЧ
A <sub>28</sub> →	A1, A29, A30
A <sub>23</sub> →	A1, A2, A3, A7, A11
A <sub>27</sub> →	A4, A9
A <sub>22</sub> →	A7, A8, A10, A12, A13, A5
A <sub>26</sub> →	A16, A21, A24, A25
A <sub>17</sub> →	A11, A20
A <sub>15</sub> →	A12, A14
A <sub>19</sub> →	A13, A14
A <sub>6</sub> →	A8, A12, A14, A18, A20

В таблиці 7 наведені результати з оцінки ПР виникнення травми опорно-рухового апарату з урахуванням встановлених за наведеною процедурою причинних НЧ.

**Таблиця 7 – Приклад оцінки ПР від НЧ водія технологічного вантажного автомобіля**

Ідентифікація			Ідентифікація НЧ, небезпечних дій та без дій	Первинний аналіз – визначення рівня ПР по кожному НЧ та загального ПР небезпеки		
Небезпека	НП	Негативні наслідки	Вплив на вірогідність настання НП та/або на тяжкість наслідків НП від НЧ	Вірогідність настання НП від НЧ - <i>i</i>	Ступень тяжкості від настання НП від НЧ - <i>i</i>	Рівень ПР від НЧ - <i>i</i>
Незручні пози, статичні пози, завелике навантаження, повторювані рухи, або короткі інтервали між діяльністю	Травма опорно-рухового апарату	Інвалідність, смерть	A <sub>28</sub> – Робота на відкритій місцевості, в природних умовах, які не дозволяють проводити безпечно НРР сортової деревини	3	6	18
			A <sub>23</sub> – Відсутність підвищення навичок професійної майстерності	4	6	24
			A <sub>27</sub> – Відсутність належного перед рейсового медичного контролю стану здоров'я водія	4	6	24
			A <sub>22</sub> – Відсутність ефективного контролю за безпекою праці	6	4	24
			A <sub>26</sub> – Понад нормований графік роботи	6	3	18
			A <sub>17</sub> – Відсутність достатньої оглядовості на робочому місці	6	4	24
			A <sub>15</sub> – Невідповідність вантажопідйомності ТЗ обсягу вантажу, що перевозиться	4	6	24
			A <sub>19</sub> – Відсутність ефективних засобів кріплення вантажу	4	6	24
			A <sub>6</sub> – Відсутність якісного перед рейсового технічного огляду	6	4	24
			Загальний первинний негативний ПР небезпеки <i>j</i> від всіх <i>n</i> НЧ			

Як видно з табл. 7, причинні НЧ пов'язані з ергономічними, кліматичними та людськими факторами, які найбільше впливають на ймовірність настання небезпечної події. Для зменшення їх впливу має бути враховано наявність якісної інфраструктури і відповідної

підготовки працівників – найбільш впливових НЧ на величину ПР. Водночас, на підставі наведеного рішення можна встановити характер людської помилки: це одноразовий акт чи системна невідповідність, яка пов'язана з рівнем організаційної культури на підприємстві (немає певних ресурсів, передумов, контролю, обмежені терміни виконання тощо). У представленому варіанті системна помилка полягає у відсутності належного контролю за діяльністю водіїв. Тому для зменшення ймовірності настання НП під час транспортного процесу потрібно посилити саме ці елементи функцій.

Процес ідентифікації причинних НЧ передбачає визначення причини та джерел ПР, а також події та ситуації, які може мати загальні результати щодо цілей і характеру ПР. В сукупності – це є фундаментом для проведення обґрунтування дієвих запобіжних і захисних заходів. За результатами проведеного дослідження виявлено дев'ять причинних НЧ, що дозволяє в подальшому ретельніше провести дослідження саме цих причинних НЧ. Для цього слід звернути увагу вже на розвиток НП, оцінити дієвість усіх існуючих засобів контролю, наприклад, специфікації конструкції, своєчасність надання домедичної допомоги та запропонувати нові ті які дозволять значно знизити рівень ПР. Слід зазначити, що більшість відповідних НЧ взаємозалежні, що також потрібно враховувати при визначенні критеріїв вірогідності та тяжкості. Чи більше буде встановлено взаємозв'язків тим, вища повинна бути оцінка у порівнянні з іншими НЧ.

У цьому випадку виявлення найбільш ефективних і найбільш уражений критерій і розміри ПР виконуються з більшою точністю. Тому виявлення та контроль усіх НЧ для зменшення запропоновано два сприятливі результати зменшення шкоди, завданої небажаними наслідки та призначення більшої частки бажаним результатам.

## **5. Дискусія**

Процедура оцінки ПР складається з декількох основних кроків: ідентифікації небезпек, визначення рівня шкоди і вірогідності настання інциденту, безпосереднє оцінювання величини ПР, обґрунтування захисних і запобіжних заходів та подальша перевірка й удосконалення проведеної оцінки ПР. Не зважаючи на те, що всі кроки, які є досить важливими, а зроблена помилка на будь-якому етапі може нанівець звести всю процедуру, вважається, що найбільш складним і відповідальним кроком є саме ідентифікація небезпек. Неврахування будь-якої небезпеки чи небезпечного чинника може призвести до катастрофічних наслідків, які ніхто не очікував. Тому в кожному конкретному випадку вникає необхідність в обробці доволі значних об'ємів інформації: роботи з листами непрацевдатності, дослідження матеріалів нещасних випадків, результатів санітарно-гігієнічних, ергономічних аналізів робочого місця, карт умов праці, результатів спостереження за виконанням виробничих операцій, анкетування, опитування працівників, щоб зсувати не тільки наявність самих небезпек ай причин (чинників), які призводять до появи інцидентів, аварійних ситуацій, нещасних випадків чи надзвичайних ситуацій.

Зазначмо, також, що на цей процес доволі сильно впливає суб'єктивна думка експерта. Когорта різних когнітивних упереджень доволі часто призводить до невірних оцінок – нехтування очевидними фактами. В той же час опрацювання великої кількості НЧ призведе до значного збільшення розмірів карт ПР, складності їх розуміння і читання, а головне виділення найбільш суттєвих причин інцидентів. Тому дослідження, які направлені на вдосконалення даної процедури, зменшенню впливу суб'єктивних факторів є досить актуальними.

Використовуючи метод fuzzy Dematel, проводимо аналіз кожного НЧ за критеріями рівності інших (однаковий, вищий і нижчий рівні), які впливають на кожен із них. У цьому випадку виявлення найбільш ефективних і найбільш уражений критерій і розміри ПР виконуються з більшою точністю. Тому виявлення та контроль усіх причинних НЧ для

зменшення запропоновано два сприятливі результати зменшення шкоди, завданої небажаними наслідками та призначення більшої частки бажаним результатам.

## 6. Висновки

1. Запропоновано новий алгоритм з визначення ПР, який відрізняється від відомих є процедура аналізу і визначення причинних НЧ, що дозволяє "глибоко" опрацювати вплив всіх зовнішніх і внутрішніх причинних НЧ на ймовірність настання НП (інциденту) та ступеня тяжкості від НП.

2. Запропоновано для аналізу і визначення причинних НЧ використовувати метод fuzzy DEMATEL перевершує інші багатокритеріальні методики прийняття управлінських рішень, таких як методи "Interpretive structural modeling" (ISM) і "Analytic Hierarchy Process" (АНР), оскільки вона дозволяє ефективно оцінити загальний ступінь впливу різних факторів або проблем, виділити причинно-наслідкові групи і встановити причинно-наслідкові зв'язки.

3. Визначено тридцять НЧ, що можуть нашкодити водієві технологічного вантажного автомобіля під час виконання трудових зобов'язань, зокрема збільшити ймовірність настання НП, яка пов'язана з травмуванням опорно-рухового апарату водія технологічного вантажного автомобіля.

4. Визначено найбільш причинні НЧ нечітким методом fuzzy Dematel, які мають найбільш вплив на ймовірність настання НП та ступінь тяжкості від неї, що пов'язані з роботою водія технологічного вантажного автомобіля.

## 7. Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

## 8. Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

### Список використаних джерел

1. Дейнека, А.М., Степанишин, В.М. (2013). Ефективність планування заходів з охорони праці на лісогосподарських підприємствах на основі оцінювання ризику виробничого травматизму. *Науковий вісник НЛТУ України*, 23(17), 129–138.
2. Стандарт ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 39 с. URL : [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=88004](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88004)
3. Стандарт ДСТУ IEC/ISO 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (IEC/ISO 31010:2009, IDT). Київ: ДП

### References

1. Deyneka, A.M., Stepanyshyn, V.M. (2013). Efficiency of planning of measures on a labour protection of forestry enterprises on the basis of evaluation of risk of occupational traumatism. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*, 23(17), 129–138.
2. DSTU standard ISO 45001:2019 Occupational health and safety management systems. Requirements and guidelines for application (ISO 45001:2018, IDT). Kyiv: SE "UkrNDNC", 2019. 39. Available from : [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=88004](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88004)
3. Standard DSTU IEC/ISO 31010:2013 Risk management. General risk assessment methods (IEC/ISO 31010:2009, IDT). Kyiv: SE "UkrNDNC", 2015. 74 p.

- «УкрНДНЦ», 2015. 74 с. URL : <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/dstu%2031010.pdf>.
4. Бочковський, А. П. (2018). Теоретичні аспекти універсалізації оцінки професійного ризику в системах управління охороною праці. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 14, 134-151. URL : <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/article/view/325>.
5. Tsopa, V., Cheberiyachko, S., Yavorska, O., Deryugin, O., Bas, I. (2022). Increasing the safety of the transport process by minimizing the professional risk of a dump truck driver. *Mining of mineral deposits*, 16(3), 101-108. <https://doi.org/10.33271/mining16.03.101>.
6. Nakata, C., Itaya, A., Inomata, Y., Yamaguchi, H., Yoshida, C., Nakazawa, M. (2022) Working conditions and fatigue in log truck drivers within the Japanese forest industry. *International Journal of Forest Engineering*. <https://doi.org/10.1080/14942119.2022.2090180>.
7. Bachmann, L.H., Lichtenstein, B., St Lawrence, J.S., Murray, M., Russell, G.B., Hook, E.W. 3rd. (2018). Health Risks of American Long-Distance Truckers: *Results From a Multisite Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 60(7), e349-e355. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001319>.
8. Golinko, V., Cheberiyachko, S., Deryugin, O., Tretyak, O., Dusmatova, O. (2020). Assessing risks of occupational diseases in passenger bus drivers. *Safety and Health at Work*, 11(4), 543-549. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.07.005>.
9. Johannsen, H., Otte, D., Urban, M. (2015). Pre-crash analysis of accidents involving turning trucks and bicyclists. In: IRCOBI Council (Hg.): 2015 IRCOBI Conference Proceedings. IRCOBI 2015. Lyon, France, 09-11.09. *International Research Council* Available from : <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/dstu%2031010.pdf>.
4. Bochkovskiy, A.P. (2018). Theoretical aspects of the universalization of occupational risk assessment in occupational health and safety management systems. *Bulletin of the Lviv State University of Life Safety*, 14, 134-151. Available from : <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/article/view/325>.
5. Tsopa, V., Cheberiyachko, S., Yavorska, O., Deryugin, O., Bas, I. (2022). Increasing the safety of the transport process by minimizing the professional risk of a dump truck driver. *Mining of mineral deposits*, 16(3), 101-108. <https://doi.org/10.33271/mining16.03.101>.
6. Nakata, C., Itaya, A., Inomata, Y., Yamaguchi, H., Yoshida, C., Nakazawa, M. (2022) Working conditions and fatigue in log truck drivers within the Japanese forest industry. *International Journal of Forest Engineering*. <https://doi.org/10.1080/14942119.2022.2090180>.
7. Bachmann, L.H., Lichtenstein, B., St Lawrence, J.S., Murray, M., Russell, G.B., Hook, E.W. 3rd. (2018). Health Risks of American Long-Distance Truckers: *Results From a Multisite Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 60(7), e349-e355. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001319>.
8. Golinko, V., Cheberiyachko, S., Deryugin, O., Tretyak, O., Dusmatova, O. (2020). Assessing risks of occupational diseases in passenger bus drivers. *Safety and Health at Work*, 11(4), 543-549. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.07.005>.
9. Johannsen, H., Otte, D., Urban, M. (2015). Pre-crash analysis of accidents involving turning trucks and bicyclists. In: IRCOBI Council (Hg.): 2015 IRCOBI Conference Proceedings. IRCOBI 2015. Lyon, France, 09-11.09. *International Research Council*

- on the Biomechanics of Injury, S. 750–766. Available from : [http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc15/pdf\\_files/87.pdf](http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc15/pdf_files/87.pdf).
10. Joseph, L., Standen, M., Paungmali, A., Kuisma, R., Silitertpisan, P., Pirunsan, U. (2020). Prevalence of musculoskeletal pain among professional drivers: A systematic review. *Journal of Occupational Health*, 62, 1-17. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12150>.
11. Kose, Y., Karabayir, A.N., Cevikcan E. (2020). The Quick Exposure Check (QEC) Model Proposal Based on Fuzzy Logic for Work-Related Musculoskeletal Risk Assessment. In: Kahraman, C., Cebi, S., Cevik Onar, S., Oztaysi, B., Tolga, A., & Sari, I. Intelligent and Fuzzy Techniques in Big Data Analytics and Decision Making. INFUS 2019. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1029. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-23756-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-23756-1_12).
12. Gómez-Galán, M., Callejón-Ferre, Á.-J., Pérez-Alonso, J., Díaz-Pérez, M., Carrillo-Castrillo, J.-A. (2020). Musculoskeletal Risks: RULA Bibliometric Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4354. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124354>.
13. Нагорна, А.М., Соколова, М.П., Кононова, І.Г. (2016). Професійна захворюваність медичних працівників як медико-соціальна проблема. Український журнал з проблем медицини праці, 2(47), 3-16. <https://doi.org/10.33573/ujoh2016.02.003>.
14. Kee, D. (2020). An empirical comparison of OWAS, RULA and REBA based on self-reported discomfort. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(2), 285-295. <https://doi.org/10.1080/10803548.2019.1710933>.
- on the Biomechanics of Injury, S. 750–766. Available from : [http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc15/pdf\\_files/87.pdf](http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc15/pdf_files/87.pdf).
10. Joseph, L., Standen, M., Paungmali, A., Kuisma, R., Silitertpisan, P., Pirunsan, U. (2020). Prevalence of musculoskeletal pain among professional drivers: A systematic review. *Journal of Occupational Health*, 62, 1-17. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12150>.
11. Kose, Y., Karabayir, A.N., Cevikcan E. (2020). The Quick Exposure Check (QEC) Model Proposal Based on Fuzzy Logic for Work-Related Musculoskeletal Risk Assessment. In: Kahraman, C., Cebi, S., Cevik Onar, S., Oztaysi, B., Tolga, A., & Sari, I. Intelligent and Fuzzy Techniques in Big Data Analytics and Decision Making. INFUS 2019. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1029. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-23756-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-23756-1_12).
12. Gómez-Galán, M., Callejón-Ferre, Á.-J., Pérez-Alonso, J., Díaz-Pérez, M., Carrillo-Castrillo, J.-A. (2020). Musculoskeletal Risks: RULA Bibliometric Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4354. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124354>.
13. Nagorna, A.M., Sokolova, M.P., Kononova, I.G. (2016). Occupational morbidity of medical workers as a medical and social problem. *Ukrainian journal on problems of occupational medicine*, 2(47), 3-16. <https://doi.org/10.33573/ujoh2016.02.003>.
14. Kee, D. (2020). An empirical comparison of OWAS, RULA and REBA based on self-reported discomfort. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(2), 285-295. <https://doi.org/10.1080/10803548.2019.1710933>.



15. Hita-Gutiérrez, M., Gómez-Galán, M., Díaz-Pérez, M., & Callejón-Ferre, Á.-J. (2020). An Overview of REBA Method Applications in the World. *Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2635. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082635>.
16. Chauhan, A., Singh, A., Jharkharia, S. (2018). An interpretive structural modeling (ISM) and decision-making trail and evaluation laboratory (DEMATEL) method approach for the analysis of barriers of waste recycling in India. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 68(2), 100-110, <https://doi.org/10.1080/10962247.2016.1249441>.
17. Marto, A., Hajihassani, M., Jahed Armaghani, D., Tonnizam Mohamad, E., Makhtar, A.M. (2014). A novel approach for blast-induced flyrock prediction based on imperialist competitive algorithm and artificial neural network. *The Scientific World Journal*, (2014), 1-11. <https://doi.org/10.1155/2014/643715>.
18. Trivedi, R., Singh, T.N., Raina, A.K. (2014). Prediction of blast-induced flyrock in Indian limestone mines using neural networks. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 6(5), 447-454. <https://doi.org/10.1016/j.irmge.2014.07.003>.
19. Pandey M., Litoriya R., Pandey P. (2019). Application of Fuzzy DEMATEL approach in analyzing Mobile application issues. *Proceedings of ISP RAS*, 31(4), 73-96. <https://doi.org/10.1134/S0361768819050050>.
20. Seker, S., Zavadskas, E.K. (2017). Application of Fuzzy DEMATEL Method for Analyzing Occupational Risks on Construction Sites. *Sustainability*, 9, 2083. <https://doi.org/10.3390/su9112083>.
21. Sadehnezhad, F., Zaranejad, M., Gheitani, A. (2013). Using combinational method DEMATEL and ANP with fuzzy approach
15. Hita-Gutiérrez, M., Gómez-Galán, M., Díaz-Pérez, M., & Callejón-Ferre, Á.-J. (2020). An Overview of REBA Method Applications in the World. *Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2635. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082635>.
16. Chauhan, A., Singh, A., Jharkharia, S. (2018). An interpretive structural modeling (ISM) and decision-making trail and evaluation laboratory (DEMATEL) method approach for the analysis of barriers of waste recycling in India. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 68(2), 100-110, <https://doi.org/10.1080/10962247.2016.1249441>.
17. Marto, A., Hajihassani, M., Jahed Armaghani, D., Tonnizam Mohamad, E., Makhtar, A.M. (2014). A novel approach for blast-induced flyrock prediction based on imperialist competitive algorithm and artificial neural network. *The Scientific World Journal*, (2014), 1-11. <https://doi.org/10.1155/2014/643715>.
18. Trivedi, R., Singh, T.N., Raina, A.K. (2014). Prediction of blast-induced flyrock in Indian limestone mines using neural networks. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 6(5), 447-454. <https://doi.org/10.1016/j.irmge.2014.07.003>.
19. Pandey M., Litoriya R., Pandey P. (2019). Application of Fuzzy DEMATEL approach in analyzing Mobile application issues. *Proceedings of ISP RAS*, 31(4), 73-96. <https://doi.org/10.1134/S0361768819050050>.
20. Seker, S., Zavadskas, E.K. (2017). Application of Fuzzy DEMATEL Method for Analyzing Occupational Risks on Construction Sites. *Sustainability*, 9, 2083. <https://doi.org/10.3390/su9112083>.
21. Sadehnezhad, F., Zaranejad, M., Gheitani, A. (2013). Using combinational method DEMATEL and ANP with fuzzy approach

to evaluate business intelligence performance. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 2(3), 1374-1386. Available from : <https://european-science.com/eojnss/article/view/757>.

22. Lin, C.J., Wu, W.W. (2007). A causal analytical method for group decision-making: Under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 205-213. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.08.012>.

to evaluate business intelligence performance. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 2(3), 1374-1386. Available from : <https://european-science.com/eojnss/article/view/757>.

22. Lin, C.J., Wu, W.W. (2007). A causal analytical method for group decision-making: Under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 205-213. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.08.012>.