

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

УДК 519.8:656.064

БАС ІВАН КОСТЯНТИНОВИЧ

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ ПРИ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ОБСЛУГОВУВАННІ СПЕЦІАЛЬНИХ ВИДІВ
ТРАНСПОРТУ**

Спеціальність 263 – цивільна безпека

Галузь знань 26 – цивільна безпека

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ І.К. Бас

Науковий керівник – Чеберячко Юрій Іванович
доктор технічних наук, професор

Дніпро – 2024

АНОТАЦІЯ

Бас І.К. Підвищення ефективності управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – цивільна безпека (26 – цивільна безпека) – Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Міністерство освіти і науки України, Дніпро, 2024.

У дисертаційній роботі, що є завершеною науковою роботою, подано вирішення актуального науково-прикладного завдання, що полягає у підвищенні ефективності управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту за рахунок виявлення взаємозв'язків між функціями, які описують транспортний процес вантажних перевезень спеціальними видами транспорту і критеріями, які визначають умови виконання виробничого завдання, що дозволяє визначити рівень професійного ризику водія.

На основі проведеного аналізу показано, що безпека експлуатації кар'єрного самоскида залежить від основних ключових елементів, які утворюють систему: "водій-автомобіль-дорога-навколишнє середовище" (далі - система "ВАДС"). Відмова будь-якого елементу системи "ВАДС" збільшує ймовірність виходу її з нормального-функціонального стану, а головне, сприяє підвищенню ризику виникнення аварійної ситуації. Фахівці з транспортних технологій виділяють найважливішим елементом системи "ВАДС" - водія, який потребує відповідного рівня контролю його психофізіологічного стану під час виконання професійних функцій для зменшення помилок при керуванні автомобілем. Оскільки в системі "ВАДС" постійно відбувається безперервний обмін інформацією: від технічного стану транспортного засобу та дорожніх умов і самопочуття водія, який надає команди з управління та отримує інформацію про результати своїх дій через канали зворотного зв'язку для проведення коригувальних дій відповідно до зміни умов в середовищі, виникає необхідність в

удосконалені управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту. Для вирішення цієї задачі запропоновано застосувати метод "Functional Resonance Analysis Method" (FRAM), який базується на дослідженні функцій транспортного процесу ВАП, урахуваючи шість їх різних аспектів: вхідні дані, час, контроль, ресурси, передумови та вихід. При цьому оцінювання професійного ризику небажаної ситуації від сумісної дії декількох чинників під час перевезення вантажів здійснено на основі феноменологічної моделі, яка не має на меті встановлення будь-яких жорстких законів взаємодії між факторами і подіями, а лише узагальнює сукупний їх вплив на досліджуваний процес. Це дозволило визначити взаємозв'язок за допомогою "FRAM"-аналізу між мінливістю та своєчасністю виконання процесу перевезення, який описується за допомогою п'яти основних функцій: підготовки вантажних перевезень, подачі вантажного автомобіля, завантаження, перевезення та розвантаження вантажу в місці призначення, з рівнем професійного ризику, враховуючи шість основних чинників: досвід водія, рівень контролю, термін виконання перевезення, складність маршруту, наявність підтримки водія з боку керівництва. Звідси було розроблено *модель* системи управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту на основі дослідження функцій транспортного процесу вантажних автомобільних перевезень враховуючи шість їх різних аспектів: вхідні дані, час, контроль, ресурси, передумови та вихід, що дозволило провести оцінювання професійного ризику небажаної ситуації від сумісної дії декількох чинників під час перевезення вантажів. На основі побудованої моделі було продемонстровано можливість прогнозування виконання вантажних перевезень на належному рівні через розрахунок кількісних оцінок надійності завершення завдання на належному рівні і ризику порушення графіку перевезення для двох сценаріїв: перший, коли всі безпеки вимоги та умови виконані і другий, коли існує певна кількість порушень зазначених вимог і умов, що дозволило виявити зменшення професійного ризику майже вдвічі. Відтак, запровадження посиленого контролю за виконанням транспортної задачі призведе до збільшення надійності і зменшення визначеної величини ризику.

Проведені розрахунки різних сценаріїв дозволили встановити, що найбільш травмонебезпечними функціями транспортного процесу вантажного перевезення в умовах гірничодобувного підприємства є підготовка та транспортування вантажу, що пов'язано зі значною їх мінливістю та варіабельністю технологічних операцій, які задаються кількістю виробничих завдань для відправки вантажу та високими вимогами замовників до якості транспортних послуг. При цьому при перевезенні вантажів в умовах гірничодобувних підприємств, найбільш впливовими чинниками є психологічний стан водія, що пов'язаний з відволікаючими діями, чи втому водія під час керування ВА; відмова технічних систем ВА, що пов'язана з недоліками конструкції чи невідповідним технічним обслуговуванням, чи експлуатацією ТЗ; дорожні умови, що пов'язані із формуванням дорожнього полотна, уступів, поворотів, кутів підйому, електромереж та інших інфраструктурних об'єктів, які можуть обмежувати рух, видимість чи процедури навантаження-розвантаження ВА. Це дозволило встановити, що найбільший вплив на рівень ризику дорожньо-транспортної пригоди має психофізіологічний стан водія, оскільки характеризується високим показником мінливості під час виконання транспортної роботи з перевезенням вантажів.

Додатково проведений аналіз психосоціального стану водія показав, що найвищий рівень настання аварійної ситуації відбувається через емоційні прояви, які пов'язані з взаємовідносинами між співробітниками, відсутністю підтримки керівництва, психологічної допомоги, конфліктних ситуацій та інше. Все вище описане визначає рівень організаційної культури на ГП, що в кінцевому результаті формує соціальну поведінку людини.

В результаті проведеного аналізу та розроблених моделей і механізмів з оцінки професійних ризиків створено рекомендації щодо підвищення безпеки водія вантажного автомобіля під час перевезення вантажів від місця завантаження до місця розвантаження на основі формування відповідної організаційної культури на гірничо-переробному підприємстві, які передбачають систему зобов'язань і компромісів, що дає змогу уникнути напруженості між процесами, обслуговуванням та інтеграцією,

позиціонуванням та диференціацією, а також адекватно реагувати на внутрішні й зовнішні загрози та стабілізувати психофізіологічний стан водія. Крім того, була розроблена методика кількісного оцінювання мінливості функцій транспортного процесу, викликаної зміною вказаних параметрів; інструментарій для кількісної оцінки впливу чинників транспортного процесу на надійність ВАП в умовах гірничодобувного підприємства та чек-листи для оцінювання ергономічного ризику при експлуатації та обслуговуванні вантажних автомобілів.

Наукова новизна полягає у встановленні взаємозв'язків між характеристиками базових функцій транспортного процесу і критеріями, які впливають на безпеку транспортного процесу вантажних автомобільних перевезень, що дозволило провести оцінку рівня професійного ризику при перевезенні вантажу у визначений термін.

Наукові результати:

1. *Розроблено модель* системи управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту на основі дослідженні функцій транспортного процесу вантажних автомобільних перевезень враховуючи шість їх різних аспектів: вхідні дані, час, контроль, ресурси, передумови та вихід, що надає змогу провести оцінювання професійного ризику небажаної ситуації від сумісної дії декількох чинників під час перевезення вантажів.

2. *Удосконалено механізм* керування професійними ризиками водіїв при експлуатації та обслуговування автомобільних транспортних засобів за рахунок виявлення взаємозв'язків між характеристиками базових функцій транспортного процесу і критеріями, які впливають на безпеку транспортного процесу автомобільних перевезень, що дозволяє кількісно оцінювати критерії, які впливають на безпеку транспортного процесу вантажних перевезень, виявляти потенційний функціонально резонансний ефект, коли транспортний процес не зможе здійснюватися в нормальному режимі роботи через зміну певних його умов, а також розробляти механізми зниження ризиків шляхом оптимального управління технічними та організаційними факторами впливу.

3. *Удосконалено модель системи безпечної праці за ергономічним критерієм при обслуговуванні вантажних транспортних засобів, яка складається з чотирьох основних кроків, що дозволяє враховувати при оцінюванні ризиків не тільки професійні ризики, але й ергономічні, які пов'язані зі зручністю робочої пози, наявністю санітарно-гігієнічних небезпечних чинників, соціальними небезпеками та рівнем здоров'я водія.*

- *Набула подальшого розвитку модель для розрахунку величини професійного ризику залежності виникнення аварійної ситуації під час керування водієм кар'єрним самоскидом не тільки від ймовірності настання небезпечної події та важкості наслідків, але й від зміни його психофізіологічного стану, який зумовлений організаційною культурою безпеки праці на гірничодобувному підприємстві.*

Практичне значення одержаних результатів дисертаційної роботи полягають у розробці процедури з якісної оцінки ризику настання аварійної ситуації від дії психофізіологічного стану водія під час вантажних автомобільних перевезень гірської породи в умовах гірничодобувного підприємства, а також рекомендацій щодо підвищення безпеки перевезень через формування відповідної організаційної культури транспортного процесу. Крім того результати розробки моделі системи управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту було створено:

- методику кількісного оцінювання мінливості функцій транспортного процесу, викликаной зміною вказаних параметрів;
- розроблено інструментарій для кількісної оцінки впливу чинників транспортного процесу на надійність ВАП в умовах гірничодобувного підприємства;
- розроблені чек-листи для оцінювання ергономічного ризику при експлуатації та обслуговуванні вантажних автомобілів.

Ключові слова: професійний ризик, аудитор, система управління охороною праці, небезпечна подія, інцидент, тяжкість наслідків, ймовірність настання небезпечної події, модель, керування ризиками, процедура з оцінювання.

.SUMMARY

Bas I.K. Increasing the efficiency of occupational safety management in the operation and maintenance of special types of transport – Qualification scientific work on the rights of a manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 263 – Civil Security (26 – Civil Security) – Dnipro University of Technology, Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro, 2024.

The dissertation work, which is a completed scientific study, presents the solution to the relevant scientific and applied task of increasing the efficiency of occupational safety management in the operation and maintenance of special types of transport by identifying the relationships between the functions describing the transportation process of cargo transportation by special types of transport and the criteria determining the conditions for performing the production task, allowing to determine the level of professional risk for the driver.

Based on the analysis conducted, it is shown that the safety of operating a quarry dump truck depends on the main key elements forming the system: "driver-vehicle-road" (hereinafter - the "DVR" system). Failure of any element of the DVR system increases the likelihood of its deviation from the normal-functional state and, most importantly, contributes to an increased risk of accidents. Transportation technology experts highlight the driver as the most important element of the DVR system, requiring a proper level of control over their psychophysiological state during the performance of professional functions to reduce errors while driving. Since continuous information exchange occurs within the DVR system: from the technical condition of the vehicle and road conditions to the driver's own feelings, who provides commands for control and receives information about the results of their actions through feedback channels for corrective actions according to changes in environmental conditions, there is a need for improved management of occupational safety in the operation and maintenance of special types of transport. To address this issue, it is proposed to apply the Functional Resonance Analysis

Method (FRAM), which is based on the study of the functions of the transportation process within freight truck transportation, considering six different aspects: input data, time, control, resources, preconditions, and output. In this regard, the assessment of the professional risk of an undesirable situation arising from the simultaneous action of several factors during cargo transportation is proposed to be carried out based on a phenomenological model, which aims not to establish any rigid laws of interaction between factors and events, but only to generalize their cumulative impact on the studied process. This allowed determining the relationship through FRAM analysis between the variability and timeliness of the transportation process, which is described by five main functions: preparation of cargo transportation, dispatching of cargo vehicles, loading, transportation, and unloading of cargo at the destination with a level of professional risk, considering six main factors: driver experience, level of control, transportation time, route complexity, and availability of driver support from management. Thus, a model of occupational safety management system in the operation and maintenance of special types of transport based on the study of the functions of the cargo transportation process, considering six different aspects: input data, time, control, resources, preconditions, and output, was developed, allowing to assess the professional risk of an undesirable situation arising from the simultaneous action of several factors during cargo transportation. Based on the constructed model, the possibility of predicting the execution of cargo transportation at the proper level was demonstrated by calculating quantitative assessments of task execution reliability at the proper level and the risk of schedule disruption for two scenarios: the first when all safety requirements and conditions are met, and the second when there are a certain number of violations of the specified requirements and conditions, which allowed identifying a nearly twofold decrease in professional risk. Therefore, the implementation of enhanced control over the execution of the transportation task will lead to increased reliability and a decrease in the determined risk magnitude.

The calculations of various scenarios allowed to establish that the preparation and transportation of cargo are the most injury-prone functions of the cargo transportation process in mining enterprises, which are associated with their significant changeability and variability

of technological operations dictated by the number of production tasks for sending cargo and high demands of customers for the quality of transportation services. Moreover, during cargo transportation in mining enterprises, the most influential factor is the driver's psychological state due to loss of attention associated with distracting actions or driver fatigue during cargo truck control; failure of cargo truck technical systems due to design flaws, inadequate technical maintenance, or transportation vehicle operation; road conditions related to the formation of road surface, yields, turns, inclines, power lines, and other infrastructure objects that may restrict movement, visibility, or cargo truck loading/unloading procedures, which allowed identifying the highest impact on the level of road traffic accident risk is the driver's psychophysiological state, as it is characterized by a high variability index during cargo transportation tasks.

Additionally, an analysis of the driver's psychosocial state showed that the highest level of occurrence of accident situations arises from emotional manifestations related to interpersonal relationships among employees, lack of management support, psychological assistance, conflict situations, and others. Described above, determines the level of organizational culture in the mining enterprise, which ultimately shapes human social behavior.

As a result of the conducted analysis and development of models and mechanisms for assessing professional risks, recommendations have been developed to increase the safety of truck drivers during cargo transportation from loading to unloading based on the formation of appropriate organizational culture at the mining and processing enterprise, which involves a system of obligations and compromises that avoid tension between processes, service, and integration, positioning and differentiation, as well as adequately responding to internal and external threats to stabilize the driver's psychophysiological state. Furthermore, methodologies for quantitative assessment of the variability of transportation process functions caused by changes in specified parameters; tools for quantitatively assessing the impact of transportation process factors on the reliability of freight truck transportation in mining enterprises; and checklists for assessing ergonomic risk during the operation and maintenance of freight trucks have been developed.

The scientific novelty lies in establishing relationships between the characteristics of basic functions of the transportation process and criteria influencing the safety of freight truck transportation processes, which allowed assessing the level of professional risk during cargo transportation within a defined period.

Scientific Results:

1. A model of occupational safety management system during the operation and maintenance of special types of transport has been developed based on the study of functions of the transportation process of freight truck transportation, considering six different aspects: input data, time, control, resources, preconditions, and output, allowing for the assessment of professional risk of adverse situations arising from the combined action of several factors during cargo transportation.

2. The mechanism for managing professional risks of drivers during the operation and maintenance of motor vehicles has been improved by identifying relationships between characteristics of basic functions of the transportation process and criteria influencing the safety of automotive transportation processes, enabling quantitative assessment of criteria affecting the safety of freight truck transportation processes, identifying potential functional resonance effects when the transportation process cannot operate normally due to changes in certain conditions, and developing risk reduction mechanisms through optimal management of technical and organizational influencing factors.

3. A model of a safe work system based on ergonomic criteria for servicing freight transport vehicles has been improved, consisting of four main steps, allowing for the evaluation of risks not only of professional but also ergonomic nature, associated with the convenience of working positions, the presence of sanitary-hygienic hazards, social hazards, and the driver's health level.

- Additionally, a further developed model for calculating the magnitude of professional risk depends on the occurrence of an accident situation during the operation of a quarry dump truck not only on the probability of a dangerous event and the severity of consequences but

also on the change in the driver's psychophysiological state, which is determined by the safety culture at the mining enterprise.

The practical significance of the obtained results of the dissertation work lies in the development of a procedure for qualitative assessment of the risk of an accident situation due to the driver's psychophysiological state during the transportation of rock materials in mountainous conditions at a mining enterprise, as well as recommendations for increasing transportation safety through the formation of an appropriate organizational culture of the transportation process. Additionally, the results of developing a model of the safety management system during the operation and maintenance of special types of transport include:

- a methodology for quantitative assessment of the variability of transportation process functions caused by changes in specified parameters.

- developed tools for quantitatively assessing the impact of transportation process factors on the reliability of freight truck transportation at mining enterprises.

- developed checklists for assessing ergonomic risk during the operation and maintenance of freight trucks.

Keywords: professional risk, audit, occupational safety management system, hazardous event, incident, severity of consequences, probability of a hazardous event, model, risk management, assessment procedure.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Occupational risk assessment of passenger bus drivers / Borodina, N., Cheberichko, S., Deryugin, O., Tretyak, O., Bas, I. // Journal of Scientific Papers «Social Development and Security», 2021. 11(2), 81-90. <https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.2.8>.

Статті у виданнях включених до бази SCOPUS:

2. Improving the efficiency of trucking in the conditions of a mining enterprise / Kairatkyzy G., Karsybaev E.E., Abzharbarova A.Z., Deryugin O.V., Bas I.K.// Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2022. 3, 131-136. DOI: 10.33271/nvngu/2022-3/125. (Scopus)

3. Increasing the safety of the transport process by minimizing the professional risk of a dump truck driver. / Tsopa V., Cheberichko S., Yavorska O., Deryugin O., Bas I. //Mining of mineral deposits, 2022. 16(3), 101-108. DOI: 10.33271/mining16.03.101. (Scopus).

4. Improving Safety of Passenger Road Transportation. / S. Cheberichko, O. Yavorska, O. Deryugin, D. Lantukh, I. Bas, O. Kruzhilko, V. Melnyk //Transactions on Transport Sciences Peer-Reviewed. 2023. Vol. 2. P. 11-20. DOI: 10.5507/tots.2023.003.

5. The dangerous factors identification features of occupational hazards in the transportation cargo process. /Tsopa, V., Cheberichko, S., Litvinova, Y., Vesela, M., Deryugin. O., Bas, I. // Communications - Scientific Letters Of The University Of Zilina, 25(3), F64-F77. DOI: 10.26552/com.C.2023.058. (Scopus)

Матеріали наукових конференцій:

6. Дерюгін, О.В., Третяк, О.О., Бас, І.К. Оцінка ризиків методом "FRAM" транспортних систем агрокомплексу. I Міжнародна науково-практична конференція «OSHАgro» - 2021», 30.09.2021 рік. м. Київ, Україна. С. 131-133.

7. Дерюгін, О.В., Бас, І.К. Керування професійними ризиками водіїв кар'єрного транспорту. Міжнародна науково-технічна конференція «Безпечна, комфортна,

спроможна, територіальна громада», 11-13 жовтня 2023 р., м. Дніпро, Україна. С. 109-111.

8. Vesela, M., Cheberyachko, S., Deryugin, O., Yavorskaya, O., Tretyak, O. and Bas, I. Improving the Passenger Road Transportation Safety Management System. "Proceedings of 26th International Scientific Conference TRANSPORT MEANS 2022", 05-07 october, 2022, Vilnius, Lithuania, pp. 296-301. (Scopus).

Навчальні посібники

9. Оцінка ергономічних ризиків в ергатичних системах: навчальний посіб. / Н.А. Бородіна, К.А. Зіборов, С.І. Чеберячко, О.В. Дерюгін, Т.О. Письменкова, І.К. Бас; Нац. техн. ун-т "Дніпров. політехніка". - Дніпро : Середняк Т. К. [вид.], 2021. 118 с. : рис., табл. Бібліогр.: С. 112-117. 50 прим. ISBN 978-617-8010-01-0.

Статті в наукових виданнях

10. Cheberyachko, S.I., Cheberyachko, Yu.I., Deryugin, O.V., Tretyak, O.O., Bas, I.K. (2022). Estimation of influence of psychophysiological condition of the driver on safety of passenger automobile transportations. Advances in mechanical engineering and transport, 1(18), 5-14. <https://doi.org/10.36910/automash.v1i18.755>.

11. Чеберячко, С.І., Дерюгін, О.В., Бас, І.К. (2023). Оцінка професійного ризику для водія кар'єрного автотранспорту. Застосовуємо комбінацію методів HAZOP і FMEA. Охорона праці і пожежна безпека, 10(154), 32-44.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	16
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	22
1.1 Характеристика спеціальних видів транспорту на кар'єрах.....	22
1.2 Законодавчі вимоги до питань безпеки експлуатації спеціального автомобільного транспорту.....	24
1.3 Аналіз ефективності ризик-орієнтованого підходу системи управління професійними ризиками і безпекою руху при експлуатації спеціального автомобільного транспорту.....	28
1.3.1 Дослідження логістичних ризиків при вантажних автомобільних перевезеннях.....	28
1.3.2 Класифікація професійних ризиків.....	34
1.4 Аналіз методів з визначення ефективності системи управління безпекою при експлуатації спеціалізованого автомобільного транспорту.....	39
1.4.1 Методи дослідження професійних ризиків.....	39
1.4.2 Методи оцінки ергономічних ризиків.....	43
Висновки і постановка задач дослідження.....	45
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ НА АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ.....	56
2.1 Розробка удосконаленої моделі управління безпекою праці на автотранспортних підприємствах.....	56
2.2 Розробка системи безпеки руху при експлуатації спеціального автомобільного транспорту.....	77
2.3 Розробка процесу керування професійними ризиками водіїв.....	92

2.4 Розробка системи безпечної праці водія з урахуванням ергономічних ризиків.....	94
Висновки.....	100
РОЗДІЛ 3 ОЦІНЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ ВОДІЇВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ОБСЛУГОВУВАННІ СПЕЦІАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ТА РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЇХ ЗМЕНШЕННЯ.....	107
3.1 Оцінювання професійного ризику водіїв.....	107
3.2 Оцінювання ергономічного ризику водіїв.....	117
3.3 Оцінювання ергономічних ризиків водія при технічному обслуговуванні або ремонті вантажних автомобілів.....	122
Висновки.....	132
ВИСНОВКИ.....	140
ДОДАТОК А	
Акт впровадження.....	143

Вступ

Актуальність. Транспортні засоби, призначені для використання у гірничодобувній галузі, відіграють ключову роль у перевезенні великих обсягів гірської породи. Їх ефективність залежить від виконання ряду вимог, спрямованих на забезпечення безперебійності видобувного процесу. Кваліфікація водіїв і персоналу, які займаються організацією перевезень, відіграє важливу роль у забезпеченні ефективного використання та продуктивності кар'єрних самоскидів. Вони повинні мати достатні навички для мінімізації часу, потрібного на усунення різних відмов і небезпек, що можуть виникнути під час процесу транспортування. Забезпечення надійності водіїв кар'єрних самоскидів є критичним, оскільки воно безпосередньо впливає на ефективність всієї системи видобутку корисних копалин.

Багато факторів може призвести до виходу гірничого обладнання із ладу під час видобутку корисних копалин, що може призвести до серйозних наслідків, таких як аварійні ситуації, порушення графіку виробничих завдань та фінансових втрат для гірничодобувного підприємства. Причинами можуть бути як технічні поломки, характерні для різних механізмів великогабаритного гірничого транспорту, так і природні явища. Проте найбільш серйозних збитків може завдати "людська помилка", яка може виникнути через різноманітні психофізіологічні фактори і вимагає детального аналізу. Відповідь на це питання визначає актуальність теми дослідження і дозволяє розробляти рекомендації щодо запобіжних заходів, спрямованих на своєчасне реагування та усунення небезпеки, що дозволяє виправити ситуацію без серйозних економічних наслідків для гірничодобувного підприємства.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до пріоритетних напрямів реформування системи управління охороною праці в Україні, а саме:

– імплементаційних вимог в українське законодавство Міжнародної Директиви Ради ЄЕС від 12 червня 1989 року про запровадження заходів, покликаних заохочувати до покращення безпеки та охорони здоров'я працівників на роботі (89/391/ЄЕС);

– Концепції реформування системи управління охороною праці в Україні, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 12 грудня 2018 р. № 989-р.

Мета та завдання дослідження: підвищення ефективності управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту, що базується на визначенні взаємозв'язків між характеристиками базових функцій транспортного процесу і критеріями, які впливають на безпеку транспортного процесу вантажних автомобільних перевезень для оцінки прийнятності професійних ризиків для відповідного управління змінами.

Для досягнення поставленої мети сформульовані **такі завдання:**

– провести аналіз системи управління безпекою вантажних автомобільних перевезень у відповідності з політикою у сфері охорони праці та найкращого світового досвіду з питань управління охороною праці;

– визначити взаємозв'язки між характеристиками базових функцій транспортного процесу і критеріями, які впливають на безпеку транспортного процесу вантажних автомобільних перевезень;

– розробити методики кількісного оцінювання мінливості базових функцій, визначити пріоритети їх складових, що дозволить провести оцінку рівня надійності виконання завдання у визначений термін;

– розробити процедури з якісної оцінки ризику настання аварійної ситуації від дії психофізіологічного стану водія під час вантажних автомобільних перевезень гірської породи в умовах гірничодобувного підприємства;

– розробити рекомендації щодо підвищення безпеки перевезень через формування відповідної організаційної культури транспортного процесу.

Об'єкт дослідження – система управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту.

Предмет дослідження – показники з оцінки результативності системи управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту.

Методи дослідження. Для виявлення факторів впливу величину професійного ризику водія при виконанні вантажних перевезень застосовано метод "Functional Resonance Analysis Method" (FRAM), який базується на дослідженні функцій транспортного процесу вантажних автомобільних перевезень, враховуючи шість їх різних аспектів: вхідні дані, час, контроль, ресурси, передумови та вихід. Оцінювання ризику небажаної ситуації від сумісної дії декількох чинників під час перевезення пасажирів здійснено на основі феноменологічної моделі, яка не має на меті встановлення будь-яких жорстких законів взаємодії між факторами і подіями, а лише узагальнює сукупний їх вплив на досліджуваний процес. Додатково для ідентифікації та оцінювання професійних ризиків використано метод "Hazard and operability studies" та метод "Failure Mode and Effects Analysis", який включає організаційні, логічні і математико-статистичні процедури, що спрямовані на отримання від фахівців-експертів оцінки факторів небезпеки з урахуванням критерія Граббса, які впливають на зміну психофізіологічного стану водія під час керування кар'єрним самоскидом, їх аналіз і узагальнення отриманих результатів з метою підготовки раціональних рішень. Ці підходи дозволили уточнити елементи, що створюють локальні метричні простори, що враховуються при оцінці безпеки праці.

Інформаційною базою дослідження є законодавчі та нормативні акти України, матеріали, наукові публікації з проблематики дослідження, ресурси мережі Інтернет.

Наукова новизна полягає у встановленні взаємозв'язків між характеристиками базових функцій транспортного процесу і параметрами, які впливають на безпеку транспортного процесу вантажних автомобільних перевезень, що дозволило провести оцінку рівня професійного ризику при перевезенні вантажу у визначений термін.

Наукові результати:

1. *Розроблено модель* системи управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту на основі дослідженні функцій транспортного процесу вантажних автомобільних перевезень враховуючи шість їх різних аспектів: вхідні дані, час, контроль, ресурси, передумови та вихід, що

дозволило провести оцінювання професійного ризику небажаної ситуації від сумісної дії декількох чинників під час перевезення вантажів.

2. *Удосконалено механізм* керування професійними ризиками водіїв при експлуатації та обслуговування автомобільних транспортних засобів за рахунок виявлення взаємозв'язків між характеристиками базових функцій транспортного процесу і критеріями, які впливають на безпеку транспортного процесу автомобільних перевезень, що дозволяє кількісно оцінювати ці критерії, виявляти потенційний функціонально резонансний ефект, коли транспортний процес не зможе здійснюватися в нормальному режимі роботи через зміну певних його умов, а також розробляти механізми зниження ризиків шляхом оптимального управління технічними та організаційними факторами впливу.

3. *Удосконалено модель* системи безпечної праці за ергономічним критерієм при обслуговуванні вантажних транспортних засобів, яка складається з чотирьох основних кроків, що дозволяє враховувати при оцінюванні ризиків не тільки професійні ризики, але й ергономічні, які пов'язані зі зручністю робочої пози, наявністю санітарно-гігієнічних небезпечних чинників, соціальними небезпеками та рівнем здоров'я водія.

- *Набула подальшого розвитку* модель для розрахунку величини професійного ризику залежності виникнення аварійної ситуації під час керування водієм кар'єрним самоскидом не тільки від ймовірності настання небезпечної події та важкості наслідків, але й від зміни його психофізіологічного стану, який зумовлений організаційною культурою безпеки праці на гірничодобувному підприємстві.

Практичне значення одержаних результатів дисертаційної роботи полягає у розробці процедури з якісної оцінки ризику настання аварійної ситуації від дії психофізіологічного стану водія під час вантажних автомобільних перевезень гірської породи в умовах гірничодобувного підприємства, а також рекомендацій щодо підвищення безпеки перевезень через формування відповідної організаційної культури транспортного процесу. Крім того у результаті розробки моделі системи управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту було створено:

- методику кількісного оцінювання мінливості функцій транспортного процесу, викликаної зміною вказаних параметрів;
- розроблено інструментарій для кількісної оцінки впливу чинників транспортного процесу на надійність ВАП в умовах гірничодобувного підприємства;
- розроблені чек-листи для оцінювання ергономічного ризику при експлуатації та обслуговуванні вантажних автомобілів.

Обґрунтування і достовірність наукових положень, висновків рекомендацій підтверджується коректністю постановки і вирішення задач та використанням достовірних вихідних даних, які отримані за результатами теоретичних і експериментальних досліджень; використанням сучасного, апробованого математичного апарату; обґрунтованим коректним вибором використаних загальних показників і критеріїв математичних моделей.

Впровадження результатів роботи. Теоретичні та практичні результати дисертаційного дослідження впроваджені в навчальний процес кафедри охорони праці та цивільної безпеки НТУ «Дніпровська політехніка» при підготовці здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальностей 263 Цивільна безпека за освітньою програмою «Цивільна безпека» та 184 Гірництво за освітньою програмою «Охорона праці» під час вивчення дисциплін: «Безпека на транспорті», в тому числі навчальний посібник Оцінка ергономічних ризиків в ергатичних системах: навч. посіб. / Н.А. Бородіна, К.А. Зіборов, С.І. Чеберячко, О.В. Дерюгін, Т.О. Письменкова, І.К. Бас; Нац. техн. ун-т "Дніпров. політехніка". Дніпро : Середняк Т. К.. 2021. 118 с. ISBN 978-617-8010-01-0.

Основні концептуальні положення та висновки дисертаційної роботи враховані при розробці методів з керування професійними ризиками в системах менеджменту безпеки праці водіїв на підприємстві ВАТ Укрнафта.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаною науковою роботою, в якій викладено підхід та пропозиції автора до обґрунтування теоретичних засад підвищення результативності систем управління безпекою водіїв при здійсненні вантажних автомобільних перевезень. Внесок автора в роботи опубліковані у співавторстві, конкретизовано в списку публікацій.

Внесок автора в роботи, опубліковані у співавторстві полягає у:

- встановленні взаємозв'язків між характеристиками базових функцій транспортного процесу і критеріями [1, 2];
- розробці нового підходу до керування професійними ризиками, який передбачає розподіл діючих в організаціях небезпечних чинників [3, 4];
- вдосконаленні процесу керування професійними ризиками небезпек [5].

Апробація результатів дисертації.

Основні положення за результатами дисертаційної роботи доповідалися на наукових конференціях: I Міжнародній науково-практичній конференції OSHAgro-2021 (30 вересня 2021 року м. Київ, НУБіП України), III Міжнародній науково-практичній конференції OSHAgro-2023 (3 жовтня 2023 року м. Київ, НУБіП України), Міжнародний форум: безпечна, комфортна та спроможна територіальна громада (11 - 13 жовтня 2023 р. м. Дніпро, НТУ «Дніпровська політехніка»).

Публікації. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано у 11 друкованих працях, у тому числі в 1 статті у наукових фахових виданнях, 4 статтях у виданнях, які включено до міжнародної наукометричної бази SCOPUS та 2 статтях у нефарховому виданні. Загальний обсяг публікацій за темою дисертації становить 5,26 друк. арк., із них особисто дисертанту належать 4,54 друк. арк.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний обсяг дисертації становить 143 сторінки, у т. ч. основного тексту 138 сторінок.

Дисертація містить 30иць та 37 рисунків, списки використаних джерел із 124 найменувань на 17 сторінках та 1 додаток.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Характеристика спеціальних видів транспорту на кар'єрах.

З давнини людство займається видобутком корисних копалин. Завжди людина займалася виготовленням засобів і приладдя, які полегшували транспортування здобутої сировини від місця здобутку до місця розвантаження. Тому пройшла велика еволюція створення автомобільного транспорту, який експлуатується на гірничодобувних підприємствах (далі - ГП).

Необхідно зазначити, що ефективність технології видобутку корисних копалин на сучасному ГП повністю залежить від технологій транспортування. В багатьох випадках використовується: залізничний, автомобільний, конвеєрний, канатно-підвісний та ін. види транспорту [1, 2, 3].

Автомобільний технологічний транспорт є найбільш поширеним і більш затребуваним у технологічному процесі видобутку корисних копалин [4, 5]. До 75% ГП, які здобувають корисні копалини відкритим способом в таких країнах, як США, Канада, Південна Африка, Австралія в процесі видобутку використовують технологічний автомобільний транспорт [6]. До нього відносяться самоскиди великої вантажопідйомності, які транспортують здобуту сировину від забою (місця здобутку корисних копалин) до місця розвантаження (приймальний бункер). А на деяких гірничодобувних підприємствах технологічний автомобільний транспорт використовується для транспортування здобутої сировини до кінцевого споживача. Завдяки своїм перевагам, серед яких можна відмітити: маневреність, можливість транспортувати вантаж від місця навантаження до місця розвантаження, універсальність, він має пріоритет над іншими видами транспорту. Але залежність технологічного автомобільного транспорту від вартості органічного пального впливає на ціну здобутої сировини. Здороження різних видів органічного пального, яке відбулося на протязі останніх років, дуже вплинуло на попит здобутої сировини і це можна відмітити як недолік відповідного типу транспорту.

Ефективність транспортного процесу переміщення здобутої речовини на ГП залежить від забезпечення транспортної інфраструктури і технологічних транспортних засобів необхідними компонентами/матеріалами для їх безперервного функціонування. Цю роль відіграє спеціалізований автомобільний транспорт (далі - САТ). До них можна віднести – формування тимчасових доріг, забезпечення паливом, мастильними матеріалами, шинами для кар'єрних самоскидів, використанням спеціального автомобільного транспорту безпосередньо в технологічному процесі видобутку корисних копалин, доставки працівників до міста роботи та ін.

За своєю сутністю САТ, призначений для перевезення спеціальних вантажів і обладнаний спеціальними засобами навантаження і розвантаження відповідного типу вантажів [7]. На рис. 1.1 наведено функціональність САТ в обслуговуванні технологічного процесу видобутку корисних копалин на ГП.



Рис. 1.1 Функціональність САТ в обслуговуванні технологічного процесу видобутку корисних копалин на гірничодобувному підприємстві

Велика номенклатура вантажів: тарно-штучні, наливні, негабаритні, великовагові, сипкі та ін. - потребують при транспортуванні різні типи вантажних автомобілів. З аналізу рис. 1.1 можна зробити висновок, що для ГП дуже складно утримувати такий парк рухомого складу (далі - РС). Тому в складних умовах нашої економіки, в яких відбувається робота ГП, більш доцільним стає не утримання власного парку РС САТ, а плідна співпраця з автотранспортними підприємствами регіону, в якому розташоване ГП, з метою повного забезпечення транспортними послугами технологічного процесу видобутку корисних копалин.

1.2 Законодавчі вимоги до питань безпеки експлуатації спеціального автомобільного транспорту.

Ефективність, надійність і безпека експлуатації САТ в транспортній системі ГП забезпечується нормативними актами чинного законодавства України, які регулюються державою. Нормативні акти чинного законодавства регулюють взаємозв'язок правових відносин між ГП і виконавцем транспортних послуг, висвітлюють питання безпеки і надійності транспортного процесу при експлуатації САТ, а також регулюють правові питання, які регламентують відповідність технічної бази РС САТ.

Основними законодавчими документами, що регулюють роботу САТ є: Конституція України, Цивільний кодекс, Житловий кодекс, Кодекс про адміністративні правопорушення, Кримінально-процесуальний кодекс, Законодавчі документи, які регулюють ефективність, надійність і безпеку експлуатації САТ в транспортній системі ГП наведені в табл. 1.1.

Основним законодавчим актом, який забезпечує безпеку транспортного процесу САТ є технічний регламент. *Технічний регламент* це законодавчий акт, який визначає обов'язкові вимоги до об'єктів технічного регулювання та встановлює їх виконання. Загальні та спеціальні технічні регламенти України мають великий вплив на діяльність систем автомобільного транспорту у забезпеченні безпеки транспортних систем. (табл. 1.2).

Таблиця 1.1 Законодавчі документи, які регулюють ефективність, надійність і безпеку експлуатації САТ в транспортній системі ГП

Тип законодавчого акту	Найменування
1	2
Закони України	Про транспорт: від 10.11.1994 р. № 232/94 (ред. від 28.12.2015).
	Про автомобільний транспорт: від 05.04.2001 № 2344-III (ред. від 28.12.2015).
	Про дорожній рух: від 30.06.1993 р. № 3353-XII (ред. від 28.12.2015).
	Про технічні регламенти та оцінку відповідності: від 15.01.2015 р. № 124-VIII.
	Кодекс України про адміністративні правопорушення: від 07.12.1984 № 8073-X (ред. Від 01.01.2016).
	Про перевезення небезпечних вантажів: від 06.04.2000 р. № 1644-III (ред. від 28.12.2015).
	Про ліцензування певних видів господарської діяльності: від 01.06.2000 р. № 1775-III (ред.).
	Про обов'язкове страхування цивільно-правової відповідальності власників наземних транспортних засобів: від 01.07.2004 № 1961-IV (ред. від 09.12.2015).
	Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності: від 05.04.2007 р. № 877-V (ред. від 01.09.2015).
	Про захист економічної конкуренції: від 11.01.2001 р. № 2210-III (ред. від 28.12.2015).
	Про захист прав споживачів: від 12.05.1991 р. № 1023-XII (ред. від 01.01.2016).
Постанови КМУ	Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту: Постанова КМУ від 18.02.97 № 176.
	Про проїзд великогабаритних та великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами: Постанова КМУ від 18.01.2001 № 30.
	Про затвердження Порядку здійснення державного контролю на автомобільному транспорті: Постанова КМУ від 08.11.2006 № 1567.
	Деякі питання автомобільних перевезень пасажирів та вантажів: Постанова КМУ від 20.05.2013 № 422.
	Про затвердження Порядку здійснення нагляду за забезпеченням безпеки руху на транспорті: Постанова КМУ від 04.03.1997 № 204.
	Про строк дії ліцензії на провадження певних видів господарської діяльності, розміри і порядок зарахування плати за її видачу: Постанова КМУ від 29.11.2000 № 1755.
	Про Правила дорожнього руху: Постанова КМУ від 10.10.2001 № 1306.
	Про затвердження Порядку здійснення державного контролю на автомобільному транспорті: Постанова КМУ від 08.11.2006 № 1567.
	Про затвердження критеріїв розподілу суб'єктів господарювання за ступенем ризику їх діяльності у сфері автомобільного транспорту та визначення періодичності здійснення заходів державного нагляду (контролю): Постанова КМУ від 03.09.2008 № 790.

1	2
Постанови КМУ	Про затвердження Порядку проведення конкурсу з перевезення пасажирів на автобусному маршруті загального користування: Постанова КМУ від 03.12.2008 № 1081.
	Про затвердження Положення про Державну інспекцію України з безпеки на наземному транспорті: Постанова КМУ від 17.07.2014 № 299.
	Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 № 2174-р
Відомчі акти Міністерства інфраструктури України	Про затвердження Правил перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні: Наказ Міністерства транспорту України від 14.10.97 № 363.
	Про затвердження Положення про медичний огляд кандидатів у водії та водіїв транспортних засобів: Наказ МОЗ, МВС від 31.01.2013 № 65/80.
	Про затвердження Правил розміщення та обладнання зупинок міського електро- та автомобільного транспорту: Наказ Державного комітету України по житлово-комунальному господарству від 15.05.1995 № 21.
	Про затвердження Порядку організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом: Наказ Міністерства інфраструктури України від 15.07.2013 № 480.
	Про затвердження Порядку визначення класу комфортності автобусів, сфери їхнього використання за видами сполучень та режимами руху: Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 12.04.2007 № 285.
	Про затвердження Порядку регулювання діяльності автостанцій: Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 27.09.2010 № 700.
	Про затвердження Порядку розроблення та затвердження паспорта автобусного маршруту: Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 07.05.2010 № 278.
	Про затвердження форми дозволу на перевезення пасажирів на міжобласних маршрутах загального користування, порядку його видачі та анулювання: Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 07.05.2010 № 279.
	Про затвердження Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з надання послуг з перевезення пасажирів, небезпечних вантажів, багажу автомобільним транспортом: Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 02.07.2010 № 427.
	Про затвердження Положення про ліцензійну картку, що додається до ліцензій на надання послуг з перевезення пасажирів, небезпечних вантажів, багажу автомобільним транспортом: Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 22.07.2010 № 514.
	Про затвердження окремих розділів Правил перевезення вантажів: Наказ Міністерства транспорту України від 21.11.2000 № 644.
	Про затвердження Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів: Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 07.06.2010 № 340.
	Про затвердження Типового положення про Систему управління безпекою руху на автомобільному транспорті (на всіх рівнях – міністерство – підприємство): Наказ Міністерства транспорту України від 12.11.2003 № 877.

Таблиця 1.2 Законодавчі документи, які регулюють безпеку експлуатації САТ в транспортній системі ГП

Найменування регламенту	Об'єкт технічного регулювання	Основне призначення	Приклад використання при експлуатації САТ
Про затвердження Технічного регламенту з технічного обслуговування і ремонту колісних ТЗ: Постанова КМУ від 03.07.2013 р. №643.	Автомобілі, які розраховані на рух по шляхах, доступних для загального використання; складові частини автомобілів, які впливають на їх безпеку.	Встановлює вимоги щодо безпеки автотранспортних засобів (колісних ТЗ) під час їх випуску на ринок України та під час експлуатації, незалежно від їх місця виробництва. Також визначає порядок оцінки відповідності цих засобів встановленим стандартам і процедури державного контролю.	Розробка планів для оновлення автопарку, проведення технічного обслуговування, підвищення кваліфікації водіїв та обґрунтування висновків і рекомендацій.
Про затвердження Технічного регламенту безпеки машин: Постанова КМУ від 30.01.2013 р. № 62.	Технічні пристрої і обладнання, призначені для використання у виробництві та в побуті, для яких встановлені та розпізнані потенційні ризики.	Визначає мінімальні обов'язкові стандарти безпеки для машин і устаткування на кожному етапі їх життєвого циклу: проектуванні, виробництві, монтажі, наладці, експлуатації та транспортуванні.	Покращення автоматизації процесу ремонту; розроблення графіків для оновлення запасів для ремонту та підвищення безпеки робіт.
Про затвердження Технічного регламенту щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив: Постанова КМУ від 01.08.2013 р. № 927.	Транспортні палива, такі як автомобільний та авіаційний бензин, дизельне паливо, суднове паливо, а також паливо для реактивних двигунів і мазут, які продаються та використовуються.	Встановлює вимоги до параметрів та якості палива, а також визначає процедури для оцінки відповідності палива цим вимогам.	Планування поставок паливо-мастильних матеріалів для здійснення доставки автомобільним транспортом; нормування і контроль ефективності витрати автомобільного палива
Про затвердження Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд: Постанова КМУ від 20.12.2006 р. № 1764.	Споруди та будівлі різних призначень, включаючи інженерно-технічне обладнання та мережі; процеси вивчення, проектування, будівництва, монтажу, налагодження, експлуатації та витрати.	Встановлює вимоги до механічної та пожежної безпеки, безпеки в умовах небезпечних природних та техногенних явищ, безпеки для користувачів, доступності для осіб з обмеженими можливостями, енергоефективності та безпечної взаємодії з оточуючим середовищем.	Модернізація виробничих і технічних засобів; збільшення ефективності станцій технічного обслуговування та ремонту; удосконалення умов щодо санітарії та гігієни під час доставки, обслуговування та ремонту.
Про затвердження Технічного регламенту засобів індивідуального захисту: Постанова КМУ від 27.08.2008 р. № 761.	Засоби індивідуального захисту	Встановлює вимоги до забезпечення захисту життя та здоров'я громадян, охорони навколишнього середовища та попередження дій, що можуть ввести споживачів в оману.	Організація міжцехової доставки сировини промислових підприємств; проведення НРР; виконання зварювальних, фарбувальних, акумуляторних і інших робіт

1.3 Аналіз ефективності ризик-орієнтованого підходу системи управління професійними ризиками і безпекою руху при експлуатації спеціального автомобільного транспорту.

1.3.1 Теоретичні основи досліджень логістичних ризиків вантажних автомобільних перевезень

САТ відіграє велику роль в переміщенні великої кількості і номенклатури вантажів від міста виробництва до ГП. Транспортний процес САТ можна характеризувати як ймовірнісну зміну випадкових подій в часі при здійсненні вантажних автомобільних перевезень (далі - ВАП) відповідного типу вантажу. Безпека транспортного процесу, який спрямований на доставку вантажу у визначений термін з мінімальними економічними втратами, залежить від умов транспортування, таких як напруженість транспортного трафіку, кліматичні умови та фізичний і психофізіологічний стан водія. Збалансованість, ефективність та безпека цього процесу визначаються численними факторами. Прогнозування можливих інцидентів і небезпечних подій під час транспортування вантажу спрямоване на збереження життя водіїв та інших учасників руху, а також на збереження самого вантажу та зменшення фінансових збитків, пов'язаних з аваріями.

Професійний ризик водія визначається як можливість отримання травм або втрати здоров'я, включаючи смерть, через небезпечні фактори у виробничому середовищі та під час виконання трудових обов'язків згідно з трудовим договором або контрактом, а також у випадках, передбачених законодавством, які можуть мати різноманітний характер, такий як технічні, людські, політичні, комерційні та інші.

Ризики належать до всіх ланок логістичного ланцюга, починаючи від транспортування матеріальних ресурсів від постачальників до поставки готової продукції споживачам. Їх виникнення у логістиці пов'язане з помилками або недоліками в управлінні матеріальними та супровідними потоками, ігноруванням ринкових умов, таких як запізнення поставок сировини, неправильно розраховані обсяги закупівель, неповнота замовлень і таке інше. Таким чином, логістичний ризик

означає ситуацію, що може призвести до втрати коштів або виникнення несприятливої події чи незадовільного результату, пов'язаного з рухом матеріальних потоків у логістичному ланцюгу під впливом внутрішніх і зовнішніх факторів.

Таблиця 1.3 Визначення професійного ризику різними науковцями

Автор	Визначення поняття ПР
Н. Бамбурак [13]	професійна діяльність може призводити до появи дисбалансу між позитивними та негативними змінами в особистості фахівця. Цей дисбаланс може спричиняти розвиток професійно-особистісних деструкцій, що негативно впливає на продуктивність та міжособистісну взаємодію. Серед цих деструкцій можна відзначити зниження ефективності професійної діяльності, формування негативних особистісних якостей, погіршення здоров'я та порушення особистісної цілісності.
М.В. Ковалів [14]	це ризик професії як певний, обов'язковий структурний елемент трудової діяльності.
І. Євдокімова, О. Бутиліна [15]	це ризик пов'язаний з професійною діяльністю і має прямий вплив на особистість фахівця, що може призводити до змін у його поведінкових та емоційних реакціях на певні події.
В.Ю. Артемов [17]	це ризик, що виникає в процесі виконання певної професійної діяльності на конкретному робочому місці.
І.М. Вигівська, Т.П. Барчак [16]	це можливість понесення фінансових втрат суб'єктом господарювання через його об'єктивні рішення та суб'єктивні дії.
О.Є. Кружилко, Н.В. Володченкова, О.О. Токар, В. В. Майстренко [18]	це визначається як ймовірність виникнення ушкодження здоров'я працівника, враховуючи серйозність наслідків через негативний вплив факторів виробничого середовища та трудового процесу.

На основі аналізу поточного стану та принципів системного аналізу було визначено, що система, що розглядається у рамках дослідження логістичних ризиків (ЛР) це взаємопов'язана група елементів, яка включає в себе водія, вантажний автомобіль, дорогу та навколишнє середовище. Характеристики кожного елемента системи становлять джерело виникнення ЛР. Основною подією чи небезпечним інцидентом під час виконання завдань автомобільного транспортування вантажів є ризик виникнення дорожньо-транспортної пригоди (ДТП). Згідно досліджень [9, 10, 11, 12] до основних причини виникнення ДТП в системі "водій-вантажний автомобіль-дорога-навколишнє середовище" (далі - система "ВАДС") (рис. 1.2) відносяться:

- Непрофесійний добір кандидатів на посаду водіїв;
- Складні умови праці під час виконання завдань з перевезення вантажів;
- Недостатня психофізіологічна готовність та стан здоров'я;
- Висока інтенсивність руху на дорозі;
- Незадовільний стан інфраструктури на дорозі;
- Недоліки відповідності вантажного автомобіля умовам перевезення;
- Недоліки у технічному стані вантажного автомобіля;
- Відсутність належної системи технічного обслуговування і ремонту, тощо.



Рис. 1.2 Фактори безпеки системи "ВАДС" (спрощений варіант)

Проте, важливо відзначити, що ключовим складовим елементом у системі "ВАДС" є водій. Надійність транспортного процесу ВАП залежить від його професійного досвіду і вмінь, а також від його фізичного та психофізіологічного стану.

Для водія важливо відчувати задоволення від своєї роботи, що свідчить про гідну оплату праці та соціальний захист, існування додаткових виплат за важкість праці та особливі умови роботи, стимуляцію керівництвом АП підвищення

майстерності водіїв, створення сприятливої атмосфери на робочому місці, турбування про їхнє здоров'я та забезпечення доступу до сучасних медичних послуг.

Водій також повинен бути задоволений ергономікою свого робочого місця. Це включає впевненість у технічному стані вантажного автомобіля, належний перед рейсовим технічний огляд, наявність елементів і систем безпеки, а також ефективну систему регулювання клімату в кабіні, освітлення в темну пору доби та інші фактори.

Отже, для успішного дослідження логістичних ризиків необхідно враховувати різні фактори, включаючи людський, технічний, транспортний, соціальний та зовнішнє середовище (див. рис. 1.3).



Рис. 1.3 Фактори безпеки системи "ВАДС" (удосконалений варіант)

Отже, для поліпшення існуючих методик дослідження ризиків в системі "ВАДС" обов'язково потрібно враховувати зазначені вище фактори впливу. Урахування цих факторів допоможе отримати більш реалістичні результати дослідження, на основі яких можна розробити ефективні управлінські рішення з метою мінімізації або усунення ризиків.

Використання інструментів керування ризиками (див. рис. 1.4) дозволить фахівцям, які відповідають за планування і організацію вантажно-дорожнього обслуговування на всіх етапах транспортного процесу, використовувати ефективну модель управління ризиками, спрямовану на підвищення безпеки.



Рис. 1.4 Процес керування ЛР [19]

Відомо, що безпека водія залежить від ключових елементів, що утворюють систему "ВАДС". Відмова будь-якого з елементів збільшує ризик виходу системи з нормального функціонування і сприяє збільшенню ймовірності аварійних ситуацій.

Експерти з транспортних технологій визначають водія як найважливіший елемент системи "ВАДС", який потребує відповідного контролю за своїм психофізіологічним станом під час керування автомобілем, щоб уникнути помилок [20]. Дослідження [21] підкреслює, що більшість відмов під час автомобільних перевезень пов'язані з поведінкою водія під час керування транспортним засобом. Оскільки у системі "ВАДС" постійно відбувається обмін інформацією між технічним станом транспортного засобу, дорожніми умовами та самопочуттям водія, безпека та надійність системи залежать від його здатності правильно сприймати та обробляти інформацію.

Автори дослідження [23] вказують, що першопричина помилок водіїв пов'язана зі змінами їх психофізіологічного стану. Вони рекомендують збільшити вимоги до професійної підготовки водіїв. Те ж дослідження [23] показує, що більшість дорожньо-транспортних пригод відбуваються через недостатню обізнаність водіїв з ризиками та їх можливими наслідками для здоров'я.

Автори вказують, що технічні несправності автомобілів рідко стають причиною аварій, і більшість недоліків, знову ж таки, пов'язані з людським фактором. Складні дорожні ситуації, в яких водії допускають помилки, статистично виникають в середньому один раз на місяць, що в кінцевому підсумку може призвести до аварійної

ситуації раз на п'ять років [11, 12]. Запропоновано вирішити цю проблему за допомогою теорії планування поведінки водія, що базується на дослідженнях умов руху та культурних звичок, що дозволяє виявити відповідні методи для доповнення та коригування реакції водія на складні ситуації [24].

Після використання методу "Failure Mode and Effects Analysis" (FMEA) для аналізу причин помилок водіїв, автори статті [25] провели оцінку ефективності водіїв за допомогою комплексного показника. Цей показник дозволяє врахувати вплив всіх можливих ризиків під час транспортного процесу на ймовірність виникнення помилки. Крім того, в статті [26] автори провели ранжування небезпечних факторів під час перевезення вантажу. Використовуючи системний підхід до ідентифікації небезпек, які виникають під час транспортного процесу, автори встановили межу критичності системи, після перетину якої відбувається аварійна ситуація.

З метою підвищення надійності логістики в ланцюжку поставок, автори статті [27] показали взаємозв'язок між рівнем комфорту в кабіні водія та безпекою праці, використовуючи метод "FMEA". На цій основі були розроблені пропозиції щодо зниження рівня травматизму шляхом усунення потенційних небезпек, враховуючи їх вплив на стан здоров'я людини залежно від ступеня важкості наслідків. Радикальним рішенням для зменшення кількості інцидентів у системі "ВАДС" є випуск промисловістю повністю автономних самоскидів, які працюють на штучному інтелекті і самостійно приймають рішення, враховуючи максимально можливу інформацію про навколишнє середовище. Проте, для забезпечення додаткової безпеки таких перевезень залишається можливість контролю перевізників над рухом цих транспортних засобів [28].

Аналіз показав, що кілька ключових причин аварійних ситуацій включають в себе зміни у фізичному або психофізіологічному стані водія під час управління самоскидом. Ці зміни можуть включати втому від тривалого перебування за кермом, високий рівень відповідальності за своєчасне виконання завдання, погіршення психомоторних реакцій через напружене керування великогабаритним ТЗ, а також втому від монотонних рухів та одноманітної робочої позиції. Крім того, погіршення фізичного здоров'я водія під час керування може бути спричинене хронічними

захворюваннями, раптовими вірусними захворюваннями, впливом алкоголю або наркотиків, відсутністю відпочинку під час тривалого керування, а також шкідливими виробничими умовами, такими як вібрація, температура, шум і пил [22, 23, 24, 25, 26].

Враховуючи вищезазначене, серйозним наслідком впливу небезпечних факторів на водія під час його професійної діяльності є втрата концентрації уваги. Це може призвести до різноманітних помилок, які зумовлюють небезпечні ситуації на дорозі або можуть стати причиною дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Оскільки ресурси для зменшення впливу професійних ризиків на водія обмежені, виникає необхідність у ранжуванні всіх небезпек, які негативно впливають на його психофізіологічний стан. Це дозволить здійснити обґрунтовану вибірку ефективних заходів для зменшення ймовірності виникнення аварійних ситуацій.

1.3.2 Класифікація професійних ризиків

Дослідження проведено на підставі теоретичного аналізу [29, 30, 31].

Економічні умови, в яких діють підприємства транспортної галузі, відзначаються динамічністю та невизначеністю зовнішнього середовища. Тому важливим стає розвиток методів передбачення та вирішення проблем і кризових ситуацій в галузі транспортної логістики.

Термін "керування логістичними ризиками" можна тлумачити по-різному, але варто виділити два основних підходи: в широкому і вузькому розумінні. У широкому розумінні цей термін охоплює весь комплекс інструментів з передбачення, ідентифікації, оцінки та зменшення ризиків. У вузькому ж розумінні, керування логістичними ризиками це процес мінімізації негативного або руйнівного впливу чи усунення ризиків взагалі на різних етапах транспортного процесу перевезення вантажів.

"Функціонування автомобільного транспорту супроводжується впливом природних, соціальних, технічних явищ і процесів, які призводять до випадкового пошкодження, часткового або повного знищення транспортного засобу" [31].

"На автомобільному транспорті постійно існує небезпека втрат і збитків внаслідок стихійного лиха (повені, бурі, урагани) ДТП, пожежі або вибуху ТЗ, протиправних дій третіх осіб. Тому необхідними є систематизація та класифікація ризиків, що загрожують стабільному та безпечному розвитку вантажного автомобільного транспорту" [31]. В науковій статті запропоновано таку класифікацію ЛР ВАП САТ [28] (рис. 1.5).



Рис. 1.5 Класифікація ЛР транспортного процесу ВАП САТ (скорочений варіант)

На сьогоднішній день не існує чіткого визначення терміну "Керування ЛР". Під цим терміном слід розуміти таку концепцію:

"Керування ЛР" це систематичний процес, в якому суб'єкт транспортного процесу ВАП САТ активно впливає на можливість виникнення загроз, небезпек чи інцидентів під час транспортування вантажу. Цей процес передбачає використання спеціально розроблених засобів, методів і алгоритмів з метою попередження відхилень параметрів транспортного процесу від заданих параметрів.

Щоб зменшити втрати, міжнародна спільнота прагне стандартизувати алгоритми дій у випадках виявлення конкретних ризиків, спираючись на свій власний

досвід. У 2009 році було прийнято низку міжнародних стандартів з керування ризиками, зокрема:

- ISO Guide 73:2009 Risk management - Vocabulary [32].
- ISO/IEC 31000:2009 Risk management - Principles and guidelines [33].
- ISO/IEC 31010:2009 Risk management - Risk assessment techniques [34].

У практиці часто використовується міжнародний стандарт IEC/ISO 31010:2013 [34] для вибору та застосування методів оцінки ризиків. Цей стандарт надає рекомендації щодо збору інформації для ухвалення управлінських рішень, розуміння потенційних загроз та їх впливу на досягнення цілей, вибір методів управління ризиками, оцінку ризиків на всіх етапах проекту та запобігання виникненню небезпеки.

Стандарт ISO 31000:2013 встановлює загальні принципи для розробки, впровадження та супроводу процесів управління ризиками у всій організації. Цей підхід до управління ризиками сприяє широкому впровадженню у компаніях, які потребують стандарту для управління ризиками, і об'єднує кілька систем управління.

Згідно цього підходу до управління ризиками, передбачається виконання всіх стратегічних, управлінських і оперативних завдань організації на проектах, функціях і процесах, які будуть узгоджені із загальним набором цілей управління ризиками.

Стандарт рекомендує дотримуватись наступних принципів в управлінні ризиками:

- ефективне управління ризиками сприяє досягненню цілей шляхом безперервного моніторингу процесів і систем;
- врахування невід'ємності управління ризиками від організаційних процесів;
- залучення учасників у процес прийняття рішень;
- систематичність, структурованість та узгодженість за часом у впровадженні заходів з управління ризиками;
- проведення процедур на основі найкращої доступної інформації;
- аналіз ризику, стану внутрішнього та зовнішнього операційного середовища.
- врахування людських та культурних чинників;
- забезпечення прозорості та участі всіх зацікавлених сторін у процесі;

- гнучкість, повторюваність та здатність реагувати на зміни.

Процес оцінки ризиків згідно з міжнародним стандартом ISO 31010:2009 представлено на рис. 1.6.

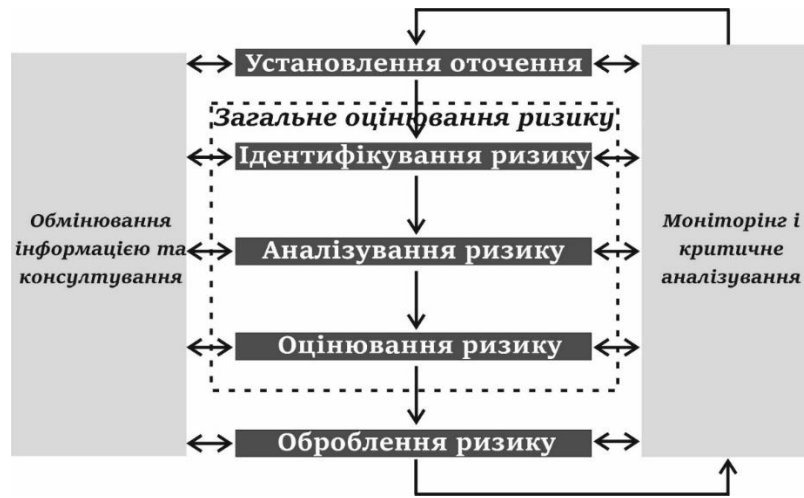


Рис. 1.6 Процес оцінювання ЛР за вимогами міжнародного стандарту ISO 31010: 2009 [34]

Основні потенційні ризики під час здійснення вантажно-розвантажувальних операцій тісно пов'язані з етапами транспортного процесу, такими як підготовка вантажу до відправлення, завантаження та кріплення його в транспортний засіб. Отже, зручно класифікувати джерела потенційних ризиків відповідно до цих етапів:

1. Етап підготовки вантажу до відправлення:

- порушення підприємством вимог щодо підготовки та упаковки вантажу;
- брак досвіду у персоналу під час сортування та упаковки вантажу.

2. Етап завантаження та кріплення вантажу у вантажівку, включаючи зважування та пломбування:

- не дотримання підприємством правил і стандартів маркування, завантаження, розміщення та кріплення вантажу у транспортний засіб;
- відсутність необхідних технічних засобів і обладнання для кріплення та розміщення вантажу;
- невідповідність товарно-транспортної документації вимогам, що встановлені підприємством.

3. Етап перевезення вантажів:

- стан технічних характеристик і справності транспортного засобу, а також спеціального обладнання вантажного відділення;
- умови безпеки на дорозі по маршруту, за яким здійснюється перевезення вантажу;
- рівень досвіду, професіоналізм та відповідальність водія під час транспортування вантажу тощо.

4. Етап тимчасового зберігання вантажу в місці призначення:

- відсутність системи безпеки на складі, включаючи надійні механічні замки, системи відеоспостереження та картковий доступ до окремих приміщень;
- невідповідність упаковки вантажу та розміщення тари і контейнерів.

5. Етап розвантаження вантажу (його приймання отримувачем):

- недбале розвантаження вантажу, що може призвести до його пошкодження;
- технічна несправність обладнання для проведення розвантаження;
- рівень професіоналізму та сумлінності роботи вантажників підприємства-отримувача.

1.4 Аналіз методів з визначення ефективності системи управління безпекою при експлуатації спеціалізованого автомобільного транспорту

1.4.1 Методи дослідження професійних ризиків

Методи дослідження ризиків широко застосовуються для аналізу транспортного процесу, проектування діяльності транспортних підприємств та страхування вантажів. При спробі систематизувати різноманітні методи та моделі аналізу ризиків, які можна використовувати для оцінки можливих втрат під час здійснення вантажно-транспортних операцій, можна виділити дві основні категорії: якісні та кількісні (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 Методи і моделі аналізу ПР

Назва методу	Сутність методу
1	2
<i>Детерміновані:</i>	
<i>Якісні:</i>	
"Що буде, якщо...?" ("What - If?"), перевірочний лист ("Check-List")	Вивчення об'єктів з відомою технологією або об'єктів з низьким рівнем ризику серйозних аварій.
Попередній аналіз небезпеки "Process Hazard and Analysis" ("РНА")	Ідентифікація небезпек, які можуть завдати шкоди діяльності, об'єкту або системі "ВАДС".
"Аналіз вигляду і наслідків події" "Failure Mode and Effects Analysis" ("FMEA").	Аналіз кожного пристрою (блоку, виробу, обладнання) або його компонентів навіть перед виникненням несправності (незалежно від причини або характеру відмови) і оцінка його впливу на систему.
Аналіз помилкових дій "Action Errors Analysis" ("АЕА")	Моделювання умов та обставин, що спричиняють помилкові дії, полягає в відтворенні всієї послідовності та умов діяльності або, у випадку, коли це неможливо, у відтворенні операційної структури або самого психологічного змісту досліджуваної версії дій.
Аналіз людських помилок "Human Hazard and Operability" ("Human HAZOP") -	Це аналіз, що структурований та систематичний, планованого або існуючого процесу чи діяльності з метою виявлення та оцінки проблем, які можуть становити загрозу для персоналу або обладнання, або перешкоджати ефективній роботі.
Попередній аналіз небезпеки "Process Hazard and Analysis" ("РНА")	Ідентифікація небезпек, які можуть завдати шкоди діяльності, об'єкту або системі "ВАДС".

1	2
Аналіз впливу людського чинника "Human Reliability Analysis" ("HRA")	Оцінка впливу працездатності людини яка залежить від різноманітних факторів, таких як вік, психологічний стан, фізичне здоров'я, міжособистісні відносини, емоційний стан та схильність до загальних помилок.
Методика визначення і ранжирування ризику "Hazard Identification and Ranking Analysis" ("HIRA")	Виявлення та аналіз небезпек, визначення їх масштабів і наслідків, ідентифікація ризиків і їх оцінка, а також контроль є важливими складовими ефективного управління небезпеками.
Аналіз вигляду, наслідків і критичності події "Failure Mode, Effects and Critical Analysis" ("FMCA")	Оцінка проектів складних технічних систем або модифікації небезпечних виробництв включає в себе аналіз їхньої структури, функцій, ризиків та наслідків.
Методика аналізу ефекту доміно "Methodology domino effects analysis" ("MDEA")	Моделювання каскадного розвитку ДТП.
"Functional Resonance Analysis Method" ("FRAM")	Моделювання враховує різноманітні негативні впливи на систему управління транспортним процесом перевезення вантажу, включаючи функціональні зв'язки між окремими її компонентами на відповідних етапах транспортного процесу.
Кількісні:	
Кількісне визначення впливу людського чинника "Human Reliability Quantification" ("HRQ")	Визначення сукупності набору інструментів для аналізу частоти впливу людини на ефективність системи, які допомагають визначити, як помилки людини впливають на надійність транспортних засобів.
Ймовірно-статистичні.	
Якісні:	
Причини послідовності нещасних випадків "Accident Sequences Precursor" ("ASP")	Процес створення моделі, яка дозволяє визначити події, що передують аварійній послідовності дорожньо-транспортної пригоди (ДТП)
Кількісні:	
Аналіз дерева подій "Event Tree Analysis" ("ETA") -	Визначення сукупності набору методів індуктивного аналізу, які використовуються для ідентифікації ризиків та визначення частоти виходу ініціюючих подій у можливі виходи. Цей підхід включає алгоритм побудови послідовності подій, що виходять з основної події.
Аналіз дерев відмов "Fault Tree Analysis" ("FTA")	Визначення сукупності набору засобів ідентифікації небезпек та аналізу частоти НП, за допомогою яких визначаються шляхи їхньої реалізації.

1	2
<i>В умовах невизначеності нестатичної природи.</i>	
<i>Якісні:</i>	
Метод аналізу безпеки і працездатності "Hazard and Operability Study" ("HAZOP")	Досліджується вплив технологічних параметрів, таких як температура та тиск, а також будь-які відхилення від регламентованих режимів, оскільки ці фактори можуть призвести до виникнення безпеки.
Методи прогнозування порушень	Створення моделей для прогнозування відмов часто включає в себе використання нейронних мереж, зокрема мереж прямого розповсюдження і рекурентних мереж
<i>Кількісні:</i>	
Методи, засновані на розпізнаванні образів	Ідентифікація перед аварійних ситуацій може бути реалізована за допомогою нейронних мереж адаптивного резонансу.
<i>Комбіновані.</i>	
<i>Якісні:</i>	
Аналіз максимальної можливості виникнення нещасного випадку "Maximum Credible Accident Analysis" ("MCAA")	Оцінка нещасних випадків із максимальним потенційним збитком, який досі вважається ймовірним, може включати аналіз ризиків та врахування потенційних наслідків найбільш серйозних подій.
Аналіз безпеки "Safety Analysis" ("SA")	Процес вивчення необхідності та ефективності дій, процедур або приладів, спрямованих на зниження ризику виникнення травм, втрат і загроз для людей, може включати аналіз потенційних небезпек, оцінку ефективності заходів безпеки, тестування нових технологій та процедур, а також постійний моніторинг і вдосконалення існуючих систем безпеки..
Аналіз надійності структури "Structural Reliability Analysis" ("SRA")	Визначення ймовірностей відмови.
<i>Кількісні:</i>	
Повний аналіз ризику – методика оптимального аналізу ризику "Optimum Risk Analysis" ("ORA")	Комплексний підхід до вибору оптимального методу аналізу ризику.
Метод Делфі	Дозволяє зменшити розбіжності експертних оцінок, встановлюючи зворотний зв'язок між кінцевими результатами досліджень та думками експертів..
Метод Монте-Карло.	Базується на аналізі стохастичних параметрів, або випадкових чисел, і застосовується у випадках, коли потрібно визначити найбільш імовірний ризик або ймовірність помилки.
Аналіз Маркова.	Ґрунтується на розв'язанні лінійних диференціальних рівнянь, які дозволяють передбачити можливі збої протягом певного часового періоду.

Системний підхід, спрямований на виявлення оптимальних методів управління ризиками, включає наступні кроки:

- збір та аналіз бази даних для проведення дослідження;

- оцінка поточного стану логістичної системи агропромислового комплексу (АП) та її функціонування;
- аналіз і оцінка ризиків у логістичній системі АП;
- оцінка ефективності методів управління ризиками на АП;
- впровадження оптимальних методів управління ризиками у логістичну систему АП.

Кожен із цих етапів включає використання різноманітних методів, а також аналіз доцільності їх застосування щодо логістичної системи АП. (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 Доцільність застосування методів оцінки ЛР

№	Методи та засоби аналізування	Процес загального оцінювання ризику ЛС				
		Ідентифікація ЛР	Аналіз ЛР			Оцінювання ЛР
			Наслідок	Ймовірність	Рівень ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Метод «мозкового штурму»	ДЗ	ДЗ	НЗ	НЗ	НЗ
2	Структуроване/напівструктуроване опитування	ДЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ
3	Метод Delfi	ДЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ
4	Переліки контрольних запитань	ДЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ
5	Попереднє аналізування небезпечних чинників	ДЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ
6	Дослідження небезпечних чинників та працездатності	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
7	Аналізування небезпечних чинників та критичних точок контролю	ДЗ	ДЗ	НЗ	НЗ	ДЗ
8	Загальне оцінювання екологічного ризику	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
9	Метод SWIFT	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
10	Аналізування сценаріїв	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
11	Аналізування впливу на діяльність	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
12	Аналізування першопричини	НЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
13	Аналізування видів та наслідків відмов	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
14	Аналізування дерева відмов	ДЗ	НЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
15	Аналізування дерева подій	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	НЗ
16	Аналізування причин та наслідків	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
17	Аналізування причинно-наслідкових зв'язків	ДЗ	ДЗ	НЗ	НЗ	НЗ
18	Аналізування рівнів захисту	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	НЗ
19	Дерево рішень	НЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
20	Загальне оцінювання надійності	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
21	Аналізування за схемою «краватка – метелик»	НЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
22	Технічне обслуговування, орієнтоване на забезпечення безвідмовності	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
23	Аналізування паразитних схем	ДЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ

1	2	3	4	5	6	7
24	Марковське аналізування	ДЗ	ДЗ	НЗ	НЗ	НЗ
25	Імітаційне моделювання за методом Монте-Карло	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	ДЗ
26	Байєсова статистика та мережі Байєса	НЗ	ДЗ	НЗ	НЗ	ДЗ
27	Криві FN	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
28	Показники ризику	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
29	Матриця «наслідок – ймовірність»	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	НЗ
30	Аналізування витрат і вигід	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ
31	Багатокритеріальне аналізування рішень	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ	ДЗ

Примітка: ДЗ - доцільне застосування; НЗ - недоцільне застосування

1.4.2 Методи оцінки ергономічних ризиків

Головною задачею ергономіки є вивчення взаємозв'язку між умовами і об'єктами праці для забезпечення високої працездатності робітників. Важливим аспектом є встановлення вимог до робочих місць, інструментів праці та робочого середовища з метою зменшення їхнього впливу на фізичне і психологічне становище працівників. Це ставить перед нами завдання проведення ретельних досліджень, пов'язаних із вивченням антропометричних, психофізіологічних, сенсорно-моторних та енергетичних характеристик людини. Ці дослідження необхідні для організації робочих місць, їх просторового розташування, визначення розмірів, технологічного оснащення, а також для розміщення виробничого обладнання та технологічних ліній. Для їх вирішення на виробництві впроваджують програми підвищення ергономіки, які передбачають оцінку ергономічного ризику, наприклад, методом "RULA/REBA", визначення збитків на лікування та їх порівняння з витратами на обладнання. В основу наведених методів покладене бальна оцінка складності незручних поз під час виконання певних виробничих операцій. Особливістю методу "REBA" є аналіз розташування всіх частин тіла, тоді як метод "RULA" розглядає тільки верхню частину тулубу людини. В **табл. 1.6** наведено стисла характеристика методів, що розглядаються в наукових дослідженнях, які присвячені дослідженню ергономічної оцінки ризиків для різних виробничих професій. Для економічного обґрунтування часто використовують критерії оцінки інвестиційних рішень з визначенням періоду окупності для підприємства. У подальшому проведені розрахунки можна

використати для визначення продуктивності праці, що є одним із головних критеріїв доцільності витрат на нове обладнання. Даний підхід дозволяє обґрунтовано підходити до впровадження досить не простих рішень.

Таблиця 1.6 Результати аналізу наукових праць, які присвячені дослідженню умов праці

Автор	Об'єкт дослідження	Результат
1	2	3
Mukhopadhyay P. and all. [35]	Дослідження ергономічних поз при приготуванні їжі.	Було встановлено, що у повара існує досить значний ризик порушення опорно-рухового апарату через значну кількість повторювальних операцій.
Sukarto P. and all. [36]	Дослідження 60 кравців, які займались розкроїм та вирізанням лекал для заготовок	Визначено що більша частина операцій кравців сприяє розвитку захворювань опорно-рухового апарату через незручні пози пов'язані з невідповідністю розмірів робочих місць антропометричним і сенсомоторними характеристикам працівників
Motamedzade M. and all. [37]	Дослідження впливу розташування робочих місць продавців на їх здоров'я	Встановлено, що у продавців супермаркетів існує певний ризик виникнення захворювання м'язів спини через тривалий робочий день і частоту повторювальних операцій особливо при роботі стоячи
Abrey M. and all. [38]	Досліджувалась робота укладання тротуарної плитки	Встановлено високу ймовірність виникнення захворювань через значне навантаження і незручну робочу позу
Cammarota A. [39]	Досліджувалась заміна колеса	Встановлено високий розвиток пошкодження м'язів спини через не зручні пози, досить значні зусилля і значну тривалість повторювальних операцій
Armstrong K. [40]	Досліджувалась робота водіїв далекобійників	Визначено про розвиток захворювань м'язів спини шийного відділу через значний час проведення в одній статичній позі в напруженому стані
Singh L.P. [41]	Дослідження роботи операторів ковальських пресів	Визначено, що роботи пов'язані з ризиком травмування при ручному вивільненні деталей
Coats D. and all. [42]	Досліджувалась робота машиніста комбайна	Визначено, що роботи пов'язані з даною професією несуть найбільший ризик виникнення не тільки захворювань опорно-рухового апарату ай травмування кінцівок, через не зручні пози і необхідність розвитку значних зусиль для переміщення різноманітних важких об'єктів у стисних обставинах
Nguyen, C.V. [43]	Дослідження роботи обвалювальників риби	Складність роботи полягає у значній кількості повторювальних операцій та незручних формах рукояток ножів

У проаналізованих роботах (табл. 1.6) акцент зміщений тільки в бік визначення ергономічних ризиків та надання рекомендацій, щодо їх усунення. При цьому майже

відсутня систематизація заходів на формування комплексної системи безпечної праці, яка спрямована на виявлення потенційних небезпек здоров'ю працівника:

- зміну функціонального стану організму: травми, професійні хвороби;
- встановлення заходів на зменшення ергономічного ризику при виконанні виробничої діяльності;
- мотивування заходів на зменшення потенційних небезпек шляхом автоматизації технологічного процесу при виконанні виробничої діяльності;
- контролю запропонованої стратегії.

Висновки і постановка задач дослідження.

Кар'єрний автомобільний технологічний транспорт грає важливу роль у переміщенні великих обсягів гірської породи на гірничодобувних підприємствах. Для забезпечення безперебійності видобувного процесу корисних копалин встановлено ряд вимог до ефективності його функціонування. Ключовим чинником використання та продуктивності кар'єрних самоскидів є кваліфікація водіїв та персоналу, що бере участь у процесі організації перевезення гірської породи. Серед їх компетенцій - мінімізація часу на усунення різних відмов та небезпек, пов'язаних з технологічним процесом видобутку і транспортування гірської породи до місця розвантаження. Актуальність цього процесу підтверджується тим, що надійність водія кар'єрного самоскида безпосередньо впливає на ефективність всієї системи технології видобутку корисних копалин.

Існує ряд причин, що призводять до виходу гірничого обладнання для видобутку корисних копалин із робочого стану. Це може призвести до серйозних аварійних ситуацій, затримок у виконанні виробничих завдань та фінансових збитків гірничодобувних підприємств. Причинами таких ситуацій можуть бути технічні поломки, характерні для різних механізмів великогабаритного технічного кар'єрного автотранспорту, а також природні фактори. Проте найбільшою небезпекою є "людська помилка", що виникає з різних психофізіологічних причин, які потребують детального вивчення. Розгляд цього питання визначив актуальність дослідження і

дозволив розробити та рекомендувати запобіжні заходи, спрямовані на своєчасне реагування на усунення вказаних небезпек і виправлення ситуації без серйозних економічних наслідків для гірничодобувного підприємства.

Відомо, що безпека експлуатації кар'єрного самоскида залежить від ключових компонентів системи: "водій-автомобіль-дорога". Відмова будь-якого з цих компонентів збільшує ризик виходу системи з нормального режиму роботи та може призвести до аварійних ситуацій.

Фахівці в галузі транспортних технологій визначають водія як найважливіший елемент системи "ВАДС" (водій-автомобіль-дорога-навколишнє середовище), оскільки його психофізіологічний стан має великий вплив на безпеку та управління автомобілем. Дослідження показують, що більшість небезпек під час автомобільних перевезень пов'язана з поведінкою водія. Система "ВАДС" постійно обмінюється інформацією між технічним станом автомобіля, дорожніми умовами та самопочуттям водія, що дає йому змогу адаптуватися до змін у середовищі. Тому безпека та надійність цієї системи залежить від здатності водія сприймати та обробляти інформацію. Автори дослідження [40, 23] допускають, що першопричина помилок водія при керуванні транспортним засобом пов'язана зі зміною його психофізіологічного стану. Виправлення цієї ситуації вбачають у посиленні вимог до професійної підготовки водіїв [22]. В іншому дослідженні [23] було відзначено, що більшість дорожніх нещасних випадків стаються через недостатню обізнаність водіїв щодо потенційних небезпек та їх наслідків для здоров'я. Автори вказують, що технічні системи автомобілів рідко виходять з ладу, незначні випадки, коли це все ж відбувається, переважно пов'язані з людським фактором. Статистика показує, що складні дорожні ситуації, в яких водій допускає помилки, виникають в середньому один раз на місяць, що в загальному приводить до аварійної ситуації один раз на п'ять років [41, 25]. Для вирішення цієї проблеми пропонується використовувати теорію планування поведінки водія, яка ґрунтується на дослідженнях умов руху та культурних звичок, і дозволяє розробити відповідні стратегії для доповнення та коригування реакцій водія на складні ситуації. [42]. Автори статті [43] застосували метод "HAZOP" для виявлення причин помилок водіїв, що можуть бути

небезпечними діями або бездіяльністю. Цей підхід дозволив їм оцінити працездатність водіїв за допомогою комплексного показника - рангу числа пріоритетності ризику (ЧПР) за методом "FMEA". Цей показник дозволяє врахувати вплив усіх потенційних небезпек під час транспортного процесу на ймовірність допущення помилок. Крім того, автори можуть провести ранжування небезпечних факторів під час транспортування вантажу, що також описано в статті [44]. Автори, використовуючи системний підхід до ідентифікації небезпек у транспортному процесі, встановили межу критичності системи, після якої виникає аварійна ситуація. З іншого боку, у статті [45] показано зв'язок між рівнем комфорту в кабіні водія та безпекою транспортування, використовуючи аналіз результатів методом "FMEA". Це дозволило розробити рекомендації для зменшення травматизму, усуваючи небезпеки в залежності від тяжкості наслідків для здоров'я людини. Радикальним рішенням проблеми зменшення кількості інцидентів у системі "ВАДС" є випуск повністю автономних кар'єрних самоскидів зі штучним інтелектом, які приймають самостійні рішення на основі максимальної кількості інформації про оточуюче середовище. Однак, залишається можливість контролю руху таких транспортних засобів перевізником для підвищення рівня безпеки перевезень [46].

З проведеного аналізу виділяється кілька основних причин виникнення аварійних ситуацій. Найбільш вагомою є зміна фізичного або психофізіологічного стану водія під час керування кар'єрним самоскидом. Це включає прояв втоми від тривалого перебування за кермом, високу відповідальність за своєчасність виконання виробничих завдань, погіршення психомоторних реакцій від напруження при керуванні великогабаритним транспортним засобом, а також втому від монотонних рухів і тривале перебування в одноманітній робочій позі, зміну емоційного настрою, втрату концентрації уваги та інше. Крім того, погіршення стану фізичного здоров'я водія під час керування транспортним засобом може бути спричинено проявом симптомів хронічних захворювань, раптовим виникненням вірусних захворювань, залишковими ознаками алкогольного або наркотичного сп'яніння, а також тривалим керуванням кар'єрним самоскидом без відпочинку. Також вплив шкідливих виробничих чинників, таких як вібрації, зміна температурного режиму в кабіні

транспортного засобу, шум, пил тощо, може призводити до погіршення стану водія та сприяти виникненню аварійних ситуацій [32-35].

Виходячи з вище сказаного, серйозним наслідком дії небезпечних факторів, які впливають на водія кар'єрного самоскиду під час виконання професійних функцій є втрата концентрації уваги, що призводить до різноманітних помилок, які можуть призвести до аварійних небезпечних ситуацій. Враховуючи обмежені можливості фінансових ресурсів для зменшення впливу професійного ризику на водія, виникає необхідність у ранжуванні всіх небезпек, які впливають на його психофізіологічний стан. Це допоможе обґрунтувати ефективні рекомендації та заходи для зменшення ймовірності виникнення аварійних ситуацій.

Мета дисертації полягає в підвищенні ефективності управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту на основі аналізу наслідків зміни психофізіологічних станів водія.

Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити наступні завдання:

- визначити взаємозв'язки між характеристиками базових функцій транспортного процесу і критеріями, які впливають на безпеку транспортного процесу вантажних автомобільних перевезень;
- розробити методики кількісного оцінювання мінливості базових функцій, визначити пріоритети їх складових, що дозволить провести оцінку рівня надійності виконання завдання у визначений термін;
- розробити процедури з якісної оцінки ризику настання аварійної ситуації від дії психофізіологічного стану водія під час вантажних автомобільних перевезень гірської породи в умовах гірничодобувного підприємства;
- розробити рекомендацій щодо підвищення безпеки перевезень через формування відповідної організаційної культури транспортного процесу.

Список літературних джерел до 1 розділу

1. Rustamov, K.J., Usmonov, I.I. (2022). Analysis of the State and Development of Vehicles Working in the Quarry. *International journal on orange technology*, 4(9), 4-7. Режим доступу: <https://journals.researchparks.org/index.php/IJOT4>.
2. Saderova, J., Rosova, A., Kasmary, P., Sofranko, M., Bindzar, P., Malkus, T. (2020). Modelling as a Tool for the Planning of the Transport System Performance in the Conditions of a Raw Material Mining. *Sustainability*, 12, 8051. <https://doi.org/10.3390/su12198051>.
3. Sofranko, M., Listiakova, V., Zilak, M. (2012). Optimizing transport in surface mines, taking into account the quality of extracted raw ore. *Acta Montanistica Slovaca*, 17, 103-110. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/272677119_Optimizing_Transport_in_Surface_Mines_Taking_into_Account_the_Quality_of_Extracted_Raw_Ore.
4. Blachowski, J. (2014). Spatial analysis of the mining and transport of rock minerals (aggregates) in the context of regional development. *Environmental Earth Sciences*, 71, 1327-1338. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2539-0>.
5. Sereda, B., Mukovska, D. Research of a transport process of transportations of metallurgical slag of tippers is in the conditions of southeast of Ukraine. *ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine*. С. 111-119. Режим доступу: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/28699/2/ICCPT_2019_Sereda_B-Research_of_a_transport_111-119.pdf.
6. Офіційний сайт Mining & minerals today. *Becker Mining Systems AG prepares for the changing landscape of the global mining industry*. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://m-mtoday.com/news/becker-mining-systems-ag-prepares-for-the-changing-landscape-of-the-global-mining-industry/>.
7. Краснокутський, В.М., Самородов, В.Б., Селевич, С. Г. Спеціалізований рухомий склад на автомобільному транспорті: навчальний посіб. Харків:

- Друкарня Мадрид*. 2020, 240 с. ISBN 978-617-7845-29-3. Режим доступу: http://library.kpi.kharkov.ua/files/specializovanyy_ruhomyy_sklad.pdf.
8. Синиця, С.М., Вакун, О.В., Данилишин, В.І. (2020). Управління ризиками у логістичній діяльності підприємства. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*, 42, 78-83. <https://doi.org/10.32841/2413-2675/2020-42-14>.
9. Official website of the European Union. *Mobility and transport*. 2021. Режим доступу: https://transport.ec.europa.eu/index_en.
10. Deryugin, O.V., Cheberyachko, S.I. (2015). Substation of truck selection in terms of minimizing psychophysiological stress on a driver. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(75), 15-22. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.42127>.
11. Golinko, V., Cheberyachko, 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>.
12. Borodina, N., Cheberichko, S., Deryugin, O., Tretyak, O., Bas, I. (2021). Occupational risk assessment of passenger bus drivers. *Journal of Scientific Papers «Social Development and Security»*, 11(2), 81-90. <https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.2.8>.
13. Бамбурак, Н. (2018). Специфіка професійних ризиків та професійно-особистісних деструкцій в діяльності фахівців соціальної та медичної сфери. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: Психологія*, 2. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadpn_2018_2_3.
14. Ковалів, М.В. (2012). Психологічні засади професійного ризику в діяльності органів внутрішніх справ. *Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ. Серія психологічна*, 2(1), 79-85. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvldu_2012_2%281%29_11.

15. Євдокимова, І., Бутиліна, О. (2019). Професійні та кадрові ризики в соціальній роботі. *Науково-теоретичний альманах Грані*, 22(2), 23-31. <https://doi.org/10.15421/171918>.
16. Вигівська, І.М., Барчак, Т.П. (). Професійні ризики бухгалтера та їх оцінка. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка*, 2(52), 212-217. [https://doi.org/10.24144/2409-6857.2018.2\(52\).212-217](https://doi.org/10.24144/2409-6857.2018.2(52).212-217).
17. Артемов, В.Ю., Литвиненко, Н.І. (2020). Професійний ризик як спосіб соціальної поведінки в умовах невизначеності. *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*, 67, 120-128. <https://doi.org/10.17721/2519-481X/2020/67-12>.
18. Кружилко, О.Є., Володченкова, Н.В., Токар, О.О., Майстренко, В.В. (2021). Удосконалення оцінки професійного ризику на основі експертних методів. *Проблеми охорони праці в Україні*, 37(2), 3-8. <https://doi.org/10.36804/nndipbop.37-2.2021.3-8>.
19. Waters, D. (2007). Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience in Logistics. *Kogan Page, London and Philadelphia, UK*. 264 p. ISBN-13 978 0 7494 4854 7. Режим доступу: <https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/BDT227/%CE%A5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CF%89%CE%BD/Supply%20Chain%20Risk%20Management%20Vulnerability%20and%20Resilience%20in%20Logistics-2007%20%281%29.pdf>.
20. Chang, T.-W., Lo, H.-W., Chen, K.-Y., Liou, J.J.H. (2019). A Novel FMEA Model Based on Rough BWM and Rough TOPSIS-AL for Risk Assessment. *Mathematics*, 7(10), 874; <https://doi.org/10.3390/math7100874>.
21. Lo, H.W., Liou, J.J., Huang, C.N., Chuang, Y.C. (2019). A novel failure mode and effect analysis model for machine tool risk analysis. *Reliability Engineering & System Safety*, 183, 173-183. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2018.11.018>.

22. Deryugin, O.V., Cheberyachko, S.I., Tretyak, O.O., Cheberyachko, I.M. (2018). Determination of bus drivers' biological age. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 22(2), 77-85. <https://doi.org/10.15561/18189172.2018.0203>.
23. Wipawee, S., Patraporn, S., Leonard, J. (2021). A Clinical Evaluation of Scapular Dyskinesia Among Professional Bus Drivers With Unilateral Upper Quadrant Musculoskeletal Pain. *Workplace Health & Safety*, 69(10), 460-466. <https://doi.org/10.1177/21650799211003562>.
24. Bochkovskyi, A.P. (2020). Elaboration of occupational risks evaluation models considering the dynamics of impact of harmful factors. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 2(102), 76-85. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.6777>.
25. Cheberyachko, S.I., Cheberyachko, Yu.I., Deryugin, O.V., Tretyak, O.O., Bas, I.K. (2022). Estimation of influence of psychophysiological condition of the driver on safety of passenger automobile transportations. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*, 1(18), 5-14. <https://doi.org/10.36910/automash.v1i18.755>.
26. Tsopa, V., Cheberyachko, 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>.
27. Sakno, O., Kolesnikova, T., & Ollo, V. (2020). Simulation of Vehicle Maintenance on the Basis of Functional Resonance Analysis Method using Function-Oriented Technology. *Acta Mechanica Slovaca*, 24(3), 10-19. <https://doi.org/10.21496/ams.2020.032>.
28. Shariff, A., Bonnefon, J.-F., Rahwan, I. (2021). How safe is safe enough? Psychological mechanisms underlying extreme safety demands for self-driving cars.

Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 126, 103069.
<https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103069>.

29. Гапчак, Т.Г. (2010). Ризики в логістичних процесах. *Економіка: проблеми теорії та практики*, 262, 10-19. Режим доступу: <http://repository.vsau.org/getfile.php/4188.pdf>.

30. Тарельник, Н.В. (2021). Класифікація ризиків під час вантажних перевезень автомобільним транспортом. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, 4, 92-98. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-157-4-92-98>.

31. Рачинська, А.В. (2016). Класифікація ризиків на залізничному транспорті як основа формування системи економічної безпеки його. *Економіка і суспільство*, 6, 81-87. Режим доступу: https://economyandsociety.in.ua/journals/6_ukr/14.pdf.

32. Стандарт ISO Guide 73:2009 Risk management - Vocabulary. Режим доступу: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=59682.

33. Стандарт ISO/IEC 31000:2009 Risk management - Principles and guidelines. Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=76874.

34. Стандарт ISO/IEC 31010:2009 Risk management - Risk assessment techniques. Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=66723.

35. Mukhopadhyay, P., Khan, A. (2015). The evaluation of ergonomic risk factors among meat cutters working in Jabalpur, India. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 21(3), 192-8. <https://doi.org/10.1179/2049396714Y.0000000064>.

36. Sukapto, P., Djojosebroto, H., Bonita, O., Susanto, S., Ariningsih, P.K. (2019). A New Approach to the Assessment of the Safety Environment and Performance in the Footwear Industry. *International journal of simulation: systems, science & technology*, 19(5), 14.1-14.7. <https://doi.org/10.5013/IJSSST.a.19.05.14>.

37. Motamedzadeh, M., Jalali, M., Golmohammadi, R., Faradmal, J., Zakeri, H.R., Nasiri, I. (2021). Ergonomic risk factors and musculoskeletal disorders in bank staff: an interventional follow-up study in Iran. *Journal of the Egyptian Public Health Association*, 96, 34. <https://doi.org/10.1186/s42506-021-00097-8>.
38. Abrey, M., Smallwood, J.J. (2014). The Effects of Unsatisfactory Working Conditions on Productivity in the Construction Industry. *Procedia Engineering*, 85, 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.522>.
39. Dababneh, A., Lowe, B., Krieg, E., Kong, Y.-K., Waters, T. (2004) A Checklist for the Ergonomic Evaluation of Nonpowered Hand Tools, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1(12), D135-D145, <https://doi.org/10.1080/15459620490883150>.
40. Jain, R., Bihari Rana, K., Lal Meena, M., Sidh, S. (2021). Ergonomic assessment and hand tool redesign for the small scale furniture industry. *Materials today processing*, 44(6), 4952-4955. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.762>.
41. Johanning, E., Stillo, M., Landsbergis, P. (2020). Powered-hand tools and vibration-related disorders in US-railway maintenance-of-way workers. *Industrial Health*, 4, 58(6), 539-553. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2020-0133>.
42. Stanton, N., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., Hendrick, H. (20005). The handbook of human factors and ergonomics methods. *CRC Press LLC, Washington, D.C., USA*, 764 p. ISBN 0-415-28700-6. Режим доступу: <https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/BUKU%20ERGONOMI/BUKU%20INGGRIS/Handbook%20of%20HF%20and%20Ergo%20Methods.pdf>.
43. Бородіна, Н.А., Чеберячко, С.І., Дерюгін, О.В. (2020). Ергономічний аналіз ручного інструменту для умов автосервісу. Метод дослідження. Частина 1. *Науково-виробничий журнал «Автошляховик України»*, 3, 7-12. <https://doi.org/10.33868/0365-8392-2020-3-263-7-12>.
44. Бородіна, Н.А., Чеберячко, С.І., Дерюгін, О.В. (2020). Ергономічний аналіз ручного інструменту для умов автосервісу. Результати досліджень. Частина 2.

Науково-виробничий журнал «Автошляховик України», 4, 10-12.
<https://doi.org/10.33868/0365-8392-2020-4-264-10-21>.

45. Arciniega-Rocha, R.P., Erazo-Chamorro, V.C., Szabo, G. (2023). The Prevention of Industrial Manual Tool Accidents Considering Occupational Health and Safety. *Safety*, 9(3), 51. <https://doi.org/10.3390/safety9030051>.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ НА АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

2.1 Розробка удосконаленої моделі управління безпекою праці на автотранспортних підприємствах.

Для підвищення надійності вантажно автомобільного транспорту (ВАТ) в умовах гірничопромислового комплексу (ГПК), важливо провести докладне дослідження впливу різних причинно-наслідкових зв'язків транспортного процесу перевезення вантажу на кожному етапі. Це дозволить виявити можливий функціонально резонансний ефект, коли система не може працювати в нормальному режимі через зміни її продуктивності, описані кількома принципами:

- **принцип еквівалентності успіху і невдачі:** успішне виконання щоденної роботи має подібні причини та природу до невдач та інцидентів. Тому важливо детально досліджувати фактори, які сприяють успішному виконанню роботи, не лише звертаючи увагу на причини невдач або аварій;

- **принцип приблизних коригувань:** щоденна продуктивність соціо-технічних систем повинна адаптуватися до поточних умов на робочому місці. Це передбачає відповідне коригування поведінки працівників для досягнення бажаних результатів відповідно до вимог системи;

- **принцип аварійних операцій:** опис продуктивності компонентів складної системи не може вичерпно пояснити її особливості, оскільки поєднання різних змінних завжди призводить до певної невизначеності у кінцевому результаті. Це створює значну кількість варіацій і може призвести до небажаних результатів;

- принцип функціонального резонансу: виявлення нового небезпечного сигналу є результатом нормальної змінності багатьох різних сигналів у заданому середовищі.

Основою "FRAM"-аналізу є визначення впливу змінних функцій у складних системах, таких як система "ВАДС", на ймовірність появи різних факторів, що можуть підірвати її надійність. Для цього вводиться шість аспектів (рис. 2.1) (час, контроль, вихід, ресурс, передумови та вхід), які допомагають виявити системну взаємодію кожної функції, спрямовану на виявлення потенційних джерел резонансу – небезпеки [1].

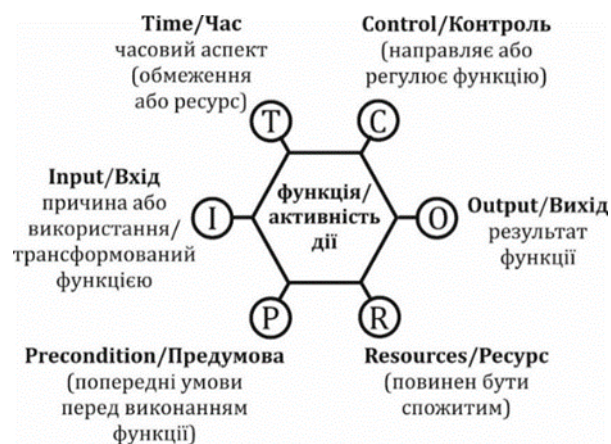


Рис. 2.1 Функціональний шестикутник методу "FRAM" [1].

Для забезпечення високої надійності транспортного процесу ВАП в умовах гірничодобувного підприємства, важливо виявити слабкі аспекти цього процесу, які можуть призвести до небажаного результату, наприклад, інциденту, спричиненого зміною психофізіологічного стану водія. Для цього ми проведемо аналіз факторів транспортного процесу ВАП САТ в умовах гірничодобувного підприємства за допомогою методу "FRAM", який складається з чотирьох основних кроків.

Крок перший. Описуємо етапи транспортного процесу з урахуванням шести аспектів даного методу. Для кожної складової транспортного процесу ВАП САТ, такої як подача автомобіля під завантаження, завантаження вантажу, транспортування вантажу та розвантаження вантажу в пункті призначення, ми розглядаємо вхідні елементи, які запускають функцію, передумови для її роботи та

необхідні ресурси. Особливу увагу приділяємо контролю за виконанням цих функцій у встановлений час для досягнення кінцевого результату – виходу функції.

В дослідженні [2] наведено перелік питань для опису шести аспектів кожної функції, що використовуються для побудови моделі методу "FRAM". Відповіді на поставлені питання оформлюються у вигляді таблиці (табл. 2.1) з аналізу яких визначаємо фактори, які найбільше впливають на транспортний процес.

Крок другий. Визначення мінливості функцій.

Характеристику мінливості функцій визначаємо на основі їх вихідних результатів, які можуть коливатися за часом та точністю виконання. Стан продуктивності функції можна розділити на чотири категорії: виконана відмінно та вчасно; виконана задовільно і вчасно; виконана задовільно, але невчасно; і, нарешті, виконана незадовільно і невчасно.

Е. Холлнагел вказує на необхідність спостереження за виробничим процесом для оцінки діяльності працівників, унікальності та природи виробництва, а також наявності потенційних небезпек. Крім того, на продуктивність впливають емоційний стан працівників, їх ставлення, рівень знань, психофізіологічний стан та функціональні можливості.

У більшості випадків для оцінки мінливості функцій використовують числові значення (бали), з урахуванням індексів демпфування або посилення вихідного результату (табл. 2.2). Найбільш поширеною є формула [4]:

$$CV_{ij} = V_j^T \cdot V_j^P \cdot a_{ij}^T \cdot a_{ij}^P, \quad (2.1)$$

де V_j^T – коефіцієнт, що враховує мінливість функції за терміном виконання; V_j^P – коефіцієнт, що враховує мінливість функції за точністю виконання; a_{ij}^T – коефіцієнт демпфування вихідного результату за елементами функції (часу, контролю, передумов, ресурсів); a_{ij}^P – коефіцієнт підсилення вихідного результату за елементами функції (часу, контролю, передумов, ресурсів).

Вихідний результат функцій оцінювався за встановленою шкалою на основі оцінювання групи експертів, що мають глибокі знання умов виконання транспортного процесу ВАП САТ в умовах гірничодобувного підприємства (табл. 2.3).

Таблиця 2.1 Визначення основних функцій елементарного транспортного процесу перевезення вантажу в умовах ГП

Функції процесу перевезення вантажу		
1 етап - Підготовка автомобільних вантажних перевезень		
1	2	3
Елемент функції "FRAM"	Зміст дії	Зміст транспортної операції
Вхід "Input"	З чого починається функція?	<ul style="list-style-type: none"> - аналіз експлуатаційних властивостей ВА; - аналіз умов навколишнього середовища; - розробка маршруту руху; - складання розкладу руху; - перед рейсовий технічний огляд ВА; - перед рейсовий медичний огляд водія ВА; - перед рейсова перевірка транспортної документації.
Вихід "Output"	Що є результатом або результатами функції?	Вміння водія ефективно керувати безпечним транспортним засобом, призначеним для перевезення відповідного типу вантажу у відповідних обсягах та відповідно до кліматичних умов зовнішнього середовища.
Контроль "Control"	Що необхідно контролювати для ефективного функціонування функції?	<ul style="list-style-type: none"> - перевірка професійної кваліфікації водія; - оцінка ергономіки робочого місця; - аналіз умов задоволення соціальних потреб у процесі виконання професійних обов'язків.
Передумови "Precondition"	Що має бути для нормального виконання функції?	<ul style="list-style-type: none"> - належно функціонуючий та технічно обслуговуваний автомобіль, який відповідає вимогам для перевезення певного типу вантажу в відповідних обсягах та умовах клімату; - документ, який визначає професійні вимоги для керування автомобілем, що здійснює транспортування конкретного типу вантажу; - інструкція для механіка, який відповідає за випуск автотранспорту на лінію; - посадовий опис лікаря, який забезпечує медичний огляд водіїв перед початком робочої зміни.
Ресурс "Resources"	Які ресурси потрібні для виконання функції?	<ul style="list-style-type: none"> - навички ефективного менеджера, який відповідає за організацію вантажних автомобільних перевезень; - компетентність механіка, який відповідає за випуск рухомого складу на маршрут; - професійні навички лікаря, який проводить медичний огляд водіїв перед початком робочої зміни.

1	2	3
2 етап – Подача ВА під завантаження		
Вхід "Input"	З чого починається функція?	<ul style="list-style-type: none"> - оцінка локації пункту навантаження; - аналіз можливостей для маневрування; - оцінка можливостей очікування навантаження в разі утворення черг
Вихід "Output"	Що є результатом або результатами функції?	Вчасне доставлення водієм транспортного засобу до місця завантаження в установленний строк.
Контроль "Control"	Що необхідно контролювати для ефективного функціонування функції?	<ul style="list-style-type: none"> - моніторинг графіку подачі транспортних засобів для завантаження; - слідування за розташуванням транспортних засобів на навантажувальній площадці.
Передумови "Precondition"	Що має бути для нормального виконання функції?	Місце для завантаження вантажу повинно мати достатньо простору для маневрування транспортних засобів і забезпечувати можливість очікування на завантаження у випадку утворення черги.
Ресурс "Resources"	Які ресурси потрібні для виконання функції?	<ul style="list-style-type: none"> - ефективні навички водія транспортного засобу; - геометричні параметри навантажувального майданчика повинні бути такими, щоб забезпечувати можливість маневрування транспортних засобів та очікування на завантаження у випадку утворення черги.
3 етап – Завантаження і кріплення вантажу в кузові ВА		
Вхід "Input"	З чого починається функція?	<ul style="list-style-type: none"> - аналіз експлуатаційних властивостей НРМ; - аналіз умов розміщення вантажу в кузові ВА; - аналіз умов і засобів кріплення вантажу в кузові ВА; - розрахунок розподілу ваги на відповідні осі ВА; - перед рейсовий технічний огляд розміщення і системи кріплення вантажу в кузові ВА.
Вихід "Output"	Що є результатом або результатами функції?	Готовність водія здійснювати керування ВА з розміщеним і закріпленим вантажем в кузові ВА, у відповідності до вимог чинного законодавства України, що регламентує вимоги до вагових і розмірних характеристик автомобільних ТЗ
Контроль "Control"	Що необхідно контролювати для ефективного функціонування функції?	<ul style="list-style-type: none"> - контроль розміщення вантажу в кузові ВА; - контроль кріплення вантажу в кузові ВА; - контроль розподілу вагового навантаження на відповідні осі ВА.
4 етап – Транспортування вантажу в кузові ВА		
Вхід "Input"	З чого починається функція?	<ul style="list-style-type: none"> - ВА знаходиться в робочому стані; - вантаж завантажений і закріплений в кузові ВА; - вагові норми розподілу навантаження на відповідні осі ВА; - правильно заповнена і в повній наявності транспортна супровідна документація.

1	2	3
Вхід "Input"	З чого починається функція?	<ul style="list-style-type: none"> - ВА знаходиться в робочому стані; - вантаж завантажений і закріплений в кузові ВА; - вагові норми розподілу навантаження на відповідні осі ВА; <li style="padding-left: 20px;">- правильно заповнена і в повній наявності транспортна супровідна документація.
Вихід "Output"	Що є результатом або результатами функції?	Вантаж доставлений в точно строк, обумовлений графіком руху ВА, без пошкоджень, в повному обсязі, з мінімальними транспортними витратами, без порушення ПДР.
Контроль "Control"	Що необхідно контролювати для ефективного функціонування функції?	<ul style="list-style-type: none"> - контроль психофізіологічного стану водія ВА; - контроль дорожньої ситуації ВА; - контроль експлуатаційних властивостей ВА; - контроль розміщення вантажу в кузові ВА; <li style="padding-left: 20px;">- контроль дотримання графіку руху ВА.
Передумови "Precondition"	Що має бути для нормального виконання функції?	<ul style="list-style-type: none"> - сприятливі кліматичні умови; - ефективна транспортна інфраструктура; - якісне пальне; - дотримання графіку руху і відпочинку; - дотримання ПДР.
Ресурс "Resources"	Які ресурси потрібні для виконання функції?	<ul style="list-style-type: none"> - професійний досвід водія; - стресостійкість; - гарний фізичний і психофізіологічний стан водія
5 етап – Розвантаження ВА		
Вхід "Input"	З чого починається функція?	<ul style="list-style-type: none"> - аналіз розміщення пункту розвантаження; - аналіз можливості здійснювати маневрування; - аналіз можливості очікування розвантаження у разі утворення черги.
Вихід "Output"	Що є результатом або результатами функції?	Вчасна доставка водієм транспортного засобу на пункт розвантаження відповідно до графіка руху.
Контроль "Control"	Що необхідно контролювати для ефективного функціонування функції?	<ul style="list-style-type: none"> - контроль графіку подачі ВА під розвантаження; - контроль розміщення ВА на розвантажувальному майданчику.
Передумови "Precondition"	Що має бути для нормального виконання функції?	Місце для вивантаження вантажу має враховувати можливість маневрування транспортного засобу та можливість очікування вивантаження у випадку утворення черги.
Ресурс "Resources"	Які ресурси потрібні для виконання функції?	<ul style="list-style-type: none"> - ефективні компетенції водія ВА; - геометричні розміри розвантажувального майданчика повинні дозволяти здійснювання маневрування ВА і очікувати завантаження у разі утворення черги.

Таблиця 2.2. Числові значення параметрів V_j^T , V_j^P , a_{ij}^T , a_{ij}^P

Коефіцієнти V_j^T , V_j^P	Бал	Коефіцієнти підсилення та демпфування a_{ij}^T , a_{ij}^P	Бал
Відмінно і вчасно	1	Критичні	0,4
Задовільно і вчасно	2	Значні	0,3
Задовільно невчасно	3	Помірні	0,2
Незадовільно і невчасно	4	Незначні	0,1

Величина варіабельності функції може змінюватися від 0 до 4. Від 0 до 1 вона вважається мінімальною, що означає передбачувану продуктивність виконання функцій. Від 1 до 2 включно цей показник характеризує задовільну продуктивність виконання функцій. А від 2 до 4 він вказує на незадовільну продуктивність виконання функцій, що означає значний ризик втрати надійності системи та невчасне або неповне виконання транспортних завдань.

Таблиця 2.3 Результати визначення мінливості елементів функцій

Еле-мент функції	Коефіцієнти	Підготовка вантажних автомобільних перевезень	Подача ВА під завантаження	Завантаження ВА	Транспортування вантажу до місця призначення	Розвантаження вантажу в місці призначення
Вихід	V_j^T	4	2	2	4	2
	V_j^P	3	3	2	4	2
	a_{ij}^T	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
	a_{ij}^P	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
CV		1,44	0,72	0,64	2,56	0,64

3 Крок. Визначення функціонального резонансу. На даному етапі виникає задача у встановленні списку найбільш впливових факторів на надійність транспортного процесу ВАП САТ в умовах гірничодобувного підприємства на виконання функцій, які визначають із загальних умов продуктивності. Аналіз даних дозволив визначити, що на надійність ВАП мають вплив три основні аспекти: організаційні (підготовка і навчання працівників, наявність адміністративного контролю за виконанням роботи); технологічні (ергономіка робочого місця, тривалість виконання роботи, складність професійних функцій, величина фізичного і

психофізіологічного навантаження) і психологічні, соціальні (підтримка і контроль керівництва підприємства, організаційна культура) [1, 3, 4, 5].

Для оцінки варіабельності функцій або їх резонансу від визначених факторів через функціональні зв'язки скористаємось формулою [1]:

$$IFA_m = \frac{\sum_{k=1}^m CP \cdot \sigma_k}{m-1}, \quad (2.2)$$

де IFA_m – варіабельність функцій; CP – коефіцієнт впливу факторів транспортного процесу на варіабельність функції; σ_k – коефіцієнт підсилення (залежить від досвіду експерта: у разі досвідченого експерта приймаємо коефіцієнт за 1, в інших випадках вибираємо показники з діапазону від 0,9-0,5), m – кількість факторів, що впливають на надійність транспортного процесу перевезення вантажу.

Коефіцієнт впливу факторів, що впливають на надійність транспортного процесу, визначали за п'ятибальною шкалою з чотирьох оцінок виставлених експертами, який потім осереднювали для подальших розрахунків. При цьому п'ять балів характеризує значну залежність виконання функції від вказаного фактору, тоді як один бал – низьку. Перелік зазначених факторів, що впливають на надійність транспортного процесу, не обмежується вказаними в **табл. 2.4** і може бути збільшений у разі деталізованого аналізу транспортної діяльності ВАП в умовах гірничодобувного підприємства.

Аналіз отриманих результатів показав, що найбільшу варіабельність мають функції транспортного процесу ВАП - транспортування вантажу до місця призначення та підготовки ВАП, що характеризуються як розбіжністю в оцінках експертів, щодо впливу визначених факторів, які визначають надійність транспортного процесу, так і їх невідповідністю встановленим міжнародним нормативним вимогам чинного законодавства, що регламентує ВАП в умовах гірничодобувного підприємства.

Зауважимо, що модель "FRAM" дозволяє поєднати функції за допомогою шести різних аспектів. Тобто кінцевий результат буде залежати від продуктивності усієї транспортної системи ВАП, тому важливо визначити функцію, яка має найменш прогнозований вихід через високу мінливість і варіабельність. В той же час,

представлене дослідження зосереджене на встановленні критичних факторів, які можуть призвести до невчасного виконання поставленої транспортної задачі через виникнення, наприклад, ДТП чи інциденту, який пов'язаний зі зміною стану системи "ВАДС" і, як наслідок, система "ВАДС" втратить надійність. Результати розрахунків з визначення ймовірності виконання транспортного процесу, як добуток між мінливістю і варіабельністю функцій наведена в **табл. 2.5**, а графічне зображення проведеного "FRAM"-аналізу перевезення вантажів наведено на **рис. 2.2**.

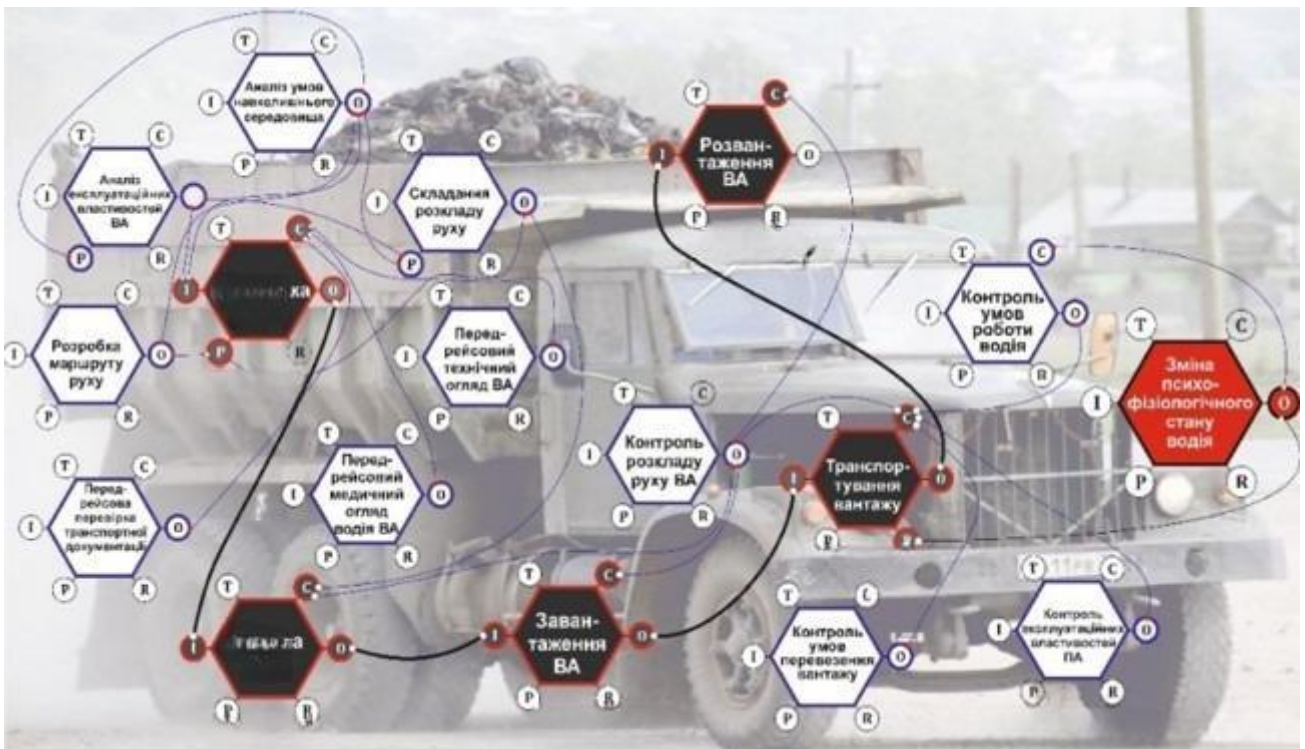


Рис. 2.2 Елементарний транспортний процес перевезення вантажу в умовах ГП з пункту відправлення до пункту розвантаження, змодельований за допомогою "FRAM"-аналізу, позначення: в чисельнику – значення мінливості функції, в знаменнику – значення вірогідності виконання

В результаті проведеної оцінки бачимо, що найменш прогнозованими є функції підготовки та транспортування вантажу до місця призначення. Найімовірніше це пов'язано зі значною кількістю виробничих завдань для підготовки до відправлення вантажу і високими нормативними вимогами до процесу транспортування вантажу,

які на жаль у більшості випадків не підкріплені відповідним рівнем контролю і підтримки з боку керівництва гірничодобувного підприємства.

4 Крок. Управління змінами. Числові значення показника "ІФА", які представляють дію факторів, що впливають на надійність транспортного процесу, на вихідні дані відповідних функцій транспортного процесу потребують відповідних змін в організації ВАП. Зокрема, зміни системи підготовки водіїв, підбору відповідного транспортного складу, який характеризувався ергономічністю та мінімальним стресовим навантаженням. В той же час найпростіше покращити прогнозованість результату надійності виконання транспортної роботи можливо за рахунок зменшення мінливості функцій, що можна досягти через збільшення контролю за психофізіологічним станом водіїв, тому що перевищення ними власних можливостей, недооцінка ситуації, прояви симптомів втоми може збільшити ймовірність виникнення дорожньо-транспортного інциденту. Крім того, важливе місце займають умови праці, оскільки вони дозволяють зменшити стресове навантаження водія і сприяти кращому виконанню професійних обов'язків. Для контролю психофізіологічного стану водія можливо запровадити контрольні листки, які враховують: ергономічний, психосоціальний, індивідуальні умови праці та показники здоров'я водія.

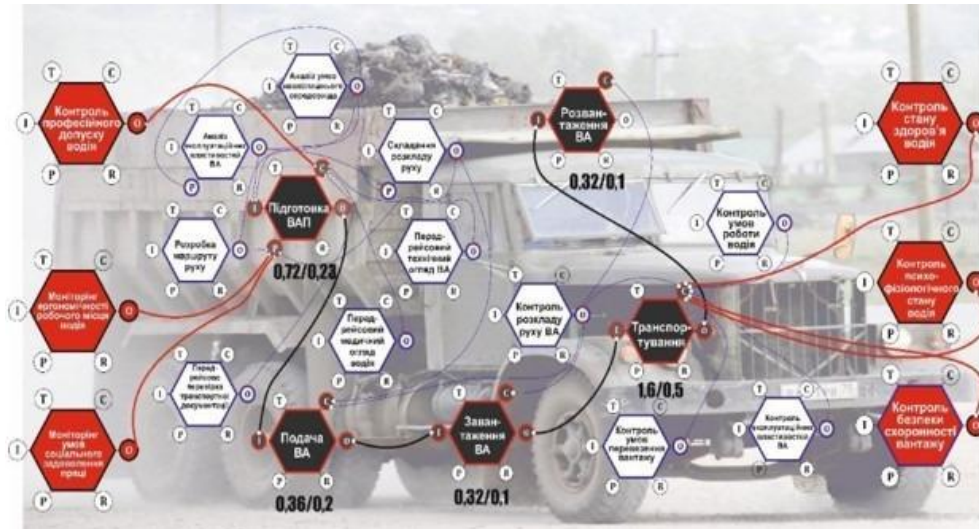


Рис. 2.3 Удосконалена модель елементарного транспортного процесу перевезення вантажу в умовах ГП з пункту відправлення до пункту розвантаження змодельована за допомогою "FRAM"-аналізу, (чисельні значення у відповідності до кожного етапу транспортного процесу, мають позначення: в чисельнику - значення мінливості функції, в знаменнику - значення вірогідності виконання)

При цьому дані для аналізу можна отримати в автоматичному режимі за допомогою сучасних систем контролю фізичного стану водія, так і за зміною фізичного стану водія. Результат доповнення опрацьованої моделі транспортного процесу перевезення вантажів в умовах гірничодобувного підприємства різноманітними системами контролю наведено на рис. 2.3.

Таблиця 2.4. Результати визначення кількісних оцінок варіабельності функцій транспортно процесу ВАП

№	Назва функції	Професійний досвід управління ВА	Адміністративний контроль	Ергономіка робочого місця	Час виконання роботи	Складність технологічного процесу	Навантаження, стрес	Рівень підтримки керівництва	Варіабельність (IFA)
1	Підготовка	4	3	4	3	5	4	4	0,31
2	Подача ВА під завантаження	1	3	2	2	2	1	1	0,15
3	Завантаження ВА	2	3	1	2	2	2	2	0,16
4	Транспортування вантажу	3	5	4	5	3	4	3	0,33
5	Розвантаження вантажу	2	3	1	2	2	2	2	0,16

Результати розрахунку мінливості і варіабельності функцій, які отримані у відповідності до представленого алгоритму та наведені на оновленій моделі (рис. 2.3), визначені з урахуванням посилення своєчасності і точності їх виконання через запровадження контролю на кожному етапі транспортного процесу ВАП в умовах ГП. Числові результати можуть забезпечити більш точне уявлення величини мінливості функцій транспортного процесу. Найбільша кількість скоєних ДТП за даними статистики (94% ДТП) відбувається через перевищення власних можливостей водієм під час керування ВА [7, 8]. Ця причина є наслідком зміни психофізіологічного стану водія в наслідку особливостей умов виконання виробничої діяльності. На психофізіологічний стан водія впливає декілька факторів: прояви симптомів втоми, втрата уваги моніторингу дорожньої обстановки. Це призводить до помилкових дій при керуванні ВА: перевищення швидкісного режиму, припускання помилок при здійсненні маневрування при обгоні, порушення правил проїзду зі світлофорним регулюванням і порушення правил дотримання дорожньої розмітки, неправильний вибір дистанції та ін.

Безумовно, можна стверджувати що не всі водії однакові. Кожен водій має свій психофізіологічний темперамент, має власні особливості фізичного здоров'я, відповідний рівень відповідальності при керуванні транспортним засобом та ін. Необхідно створювати систему контролю, яка б дозволила більш ефективно контролювати психофізіологічний стан водія ВА перед початком виконання транспортної роботи з перевезення вантажу на протязі усього маршруту руху

Таблиця 2.5 Результати розрахунку вірогідність виконання функції транспортного процесу ВАП САТ

Назва функції	Мінливість CV	Варіабельність (FA)	Вірогідність виконання	Ранг
Підготовка ВАП	1,44	0,31	0,46	2
Подача ВА під завантаження	0,72	0,15	0,11	3
Завантаження ВА	0,64	0,16	0,10	4
Транспортування вантажу	3,2	0,33	1,06	1
Розвантаження вантажу	0,64	0,16	0,10	4

Вочевидь, кожна з функцій, що описує транспортний процес перевезення вантажів, характеризується взаємодією між людськими, транспортними та організаційними факторами і може бути оцінена за певними критеріями, які, в свою чергу, впливають на безпеку ВАП. Ставлячи за мету виявлення слабких місць в схемі ВАП, серед численних чинників (критеріїв), що впливають на транспортний процес, будемо розглядати ті, значення яких регламентовано відповідними нормативами, а саме:

- професійний досвід водія, регламентовано [6] – не менш 5 років;
- час роботи (керування) ВА водієм на маршруті, регламентовано [7] – не більш 4,5 годин;
- строк експлуатації ВА, регламентовано [8] - 10 років;
- дозволена швидкість руху ВА регламентовано [9] в умовах міста – 50 км/год, на автотранспортних магістралях – 90 км/год.;
- навантаження (стрес) регламентовано за нормативами у посиланні [10].

Зміни значень вказаних критеріїв (далі параметрів або показників), звісно, впливатимуть на мінливість функцій транспортного процесу в цілому. Наприклад, у порівнянні з досвідченими водіями у недосвідченого водія, який здійснює керування ВА, простої на зупиночних пунктах можуть бути тривалішими, а середня швидкість руху ВА повільнішою [11].

Для того, щоб оцінити потенційний одночасний вплив низки факторів ризику на транспортний процес ВАП, змодельємо два сценарії: «гарного», тобто базового випадку з найбільш ймовірними значеннями вхідних змінних, і «поганого», з підбором показників, притаманних небажаному збігу причин:

Сценарій 1. Транспортування вантажів здійснюється без порушень правил організації і здійснення транспортного процесу ВАП: професійний досвід працівників, які здійснюють організацію, контроль і безпосередньо керування ВА, відповідають нормативам, які регламентовані посадовими інструкціями АП і чинним законодавством; експлуатаційний строк ВА не перевищує нормативу експлуатації відповідного типу ТЗ, який регламентовано чинним законодавством; транспортний

процес ВАП здійснюється без порушення ПДР, які регламентують допустиму швидкість.

Сценарій 2. Транспортування вантажів здійснюється з порушенням правил організації і здійснення транспортного процесу ВАП: професійний досвід працівників, які здійснюють організацію, контроль і безпосередньо керування ВА, менший за регламентований посадовими інструкціями АП і чинним законодавством; експлуатаційний строк ВА перевищує норматив експлуатації відповідного типу ТЗ, який регламентовано чинним законодавством; транспортний процес ВАП здійснюється з порушенням ПДР, які регламентують допустиму швидкість.

Кожному параметру, що розглядається, поставимо у відповідність величину, яка приймає значення на відрізку $[0, 1]$ так, що чим більшим є її значення, тим сприйнятливіші умови транспортного процесу за рахунок величини даного параметру. Тим самим виправдовується використання слова «критерій» для зазначених показників. Кожен критерій опишемо математично у вигляді певної функції. Функції підбиралися на основі експертної оцінки вигляду оцінюваного критерію від вибраного параметру. Так, значення критерію «Професійний досвід водія» представимо за допомогою функції:

$$K_1(x) = 0.42x^{0.5} \cdot e^{-1.6(x-5)/25} \quad (2.2)$$

де x – фактичний досвід водія

Графік функції, представлений на рис. 2.4, її вибір здійснюється за наступних міркувань: найкращий досвід за нормативами від 5 років і вище, тому найбільші значення критерію (близькі до 1, але не більші за неї) мають відповідати саме цим значенням: $K_{1\max} = K_1(7.8) = 0.981$, $K_1(5) = 0.93$.

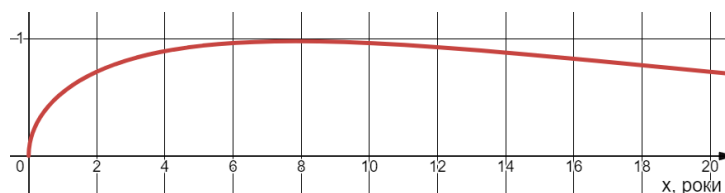


Рис. 2.4 Графік функції $K_1(x)$

Вочевидь, ми припускаємо, що навіть за найкращих обставин, існує можливість непередбачуваних обставин, тобто є ризик небажаної ситуації. Нульове значення

критерію вказує на відсутність досвіду у водія. А його накопичення понад 20 років може призвести до накопичення втоми, професійного вигорання, появи зміни в фізіологічному стані тощо, а це означає поступове зниження значення критерію.

Для показників «Професійний досвід лікаря» і «Професійний досвід механіка» критерії описуються однаково функцією:

$$K_{2,3}(x) = 1 - 0.7 / (x + 0.7), \quad (2.3)$$

де x – фактичний досвід працівника.

Функцію підбрано за тих припущень, що чим досвідченішим є працівник (досвід, вищий за 3 роки), тим вищим є значення критерію (рис. 2.5).

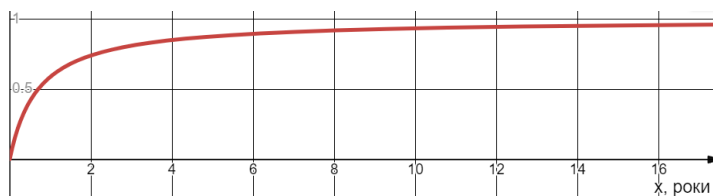


Рис. 2.5 Графік функції $K_2(x)$ (або $K_3(x)$)

Для показників «Час роботи за кермом», «Строк експлуатації автотранспорту», «Швидкість руху в межах міста», «Швидкість руху по автостраді» введені відповідно критерії, які відображують той факт, що чим більшим є відхилення від нормативів, тим гіршим є значення критерію:

$$K_4(x) = \frac{100}{100 + x^2}, \quad K_5(x) = \frac{394}{400 + (x + 0.5)^2}, \quad (2.4)$$

$$K_6(x) = \frac{296}{300 + (x - 50)^2}, \quad K_7(x) = \frac{296}{300 + (x - 90)^2}. \quad (2.5)$$

де x – фактичні значення відповідних показників.

Графіки функцій наведені на **рис. 2.6 – 2.9**

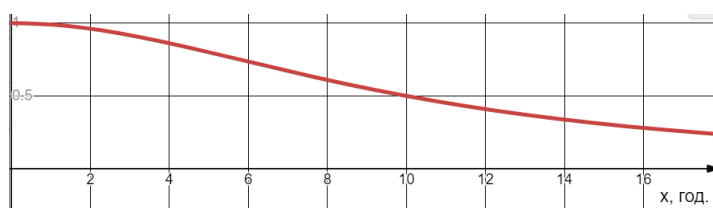


Рис. 2.6 Графік функції $K_4(x)$

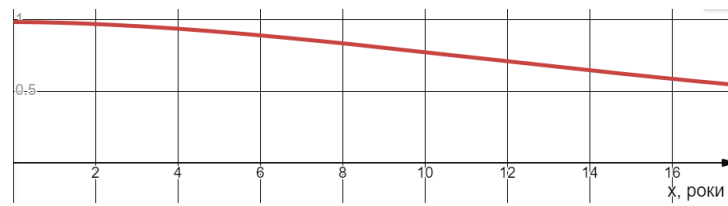


Рис. 2.7. Графік функції $K_5(x)$

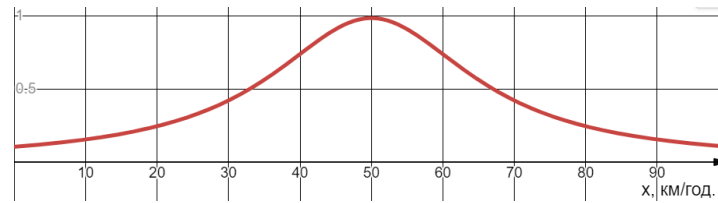


Рис. 2.8. Графік функції $K_6(x)$

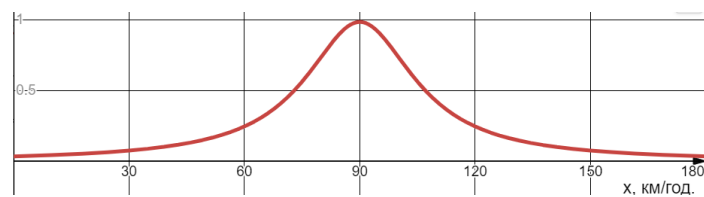


Рис. 2.9. Графік функції $K_7(x)$

Будемо також враховувати такий показник, як Навантаження водія (стрес), описуючи його деякою величиною $K_8(x)$, яка коливається від 0 до 1 і відображає ступінь ретельності контролю за виконанням завдання водієм (контроль за станом техніки, рухом тощо). Вважатимемо, що чим ретельніше здійснюється інспектування транспортного процесу (чим більше значення K_8), тим кращі умови перевезення пасажирів. Якщо функція контролю – прерогатива лише водія (як передбачено в сценаріях 1 і 2), то якість її виконання залежить, у тому числі, від зовнішніх умов, психофізіологічного стану водія (почуття внутрішнього комфорту/дискомфорту, наявність втоми, швидкість реакції, культура та навички водіння, емоційне навантаження).

В табл. 2.6. наведені значення критеріїв $K_i(x)$, $i = \overline{1,8}$, що відповідають сценаріям 1 і 2.

Таблиця 2.6 Значення критеріїв для сценаріїв 1 і 2

Номер критерія	Показники\ Сценарії	Сценарій 1	Сценарій 2
1	Професійний досвід водія	0.9296	0.7197
2	Професійний досвід лікаря	0.8772	0.9091
3	Професійний досвід механіка	0.9346	0.8108
4	Строк експлуатації автотранспорту	0.8343	0.6154
5	Час водія за кермом	0.8316	0.8909
6	Швидкість руху в межах міста	0.7400	0.5638
7	Швидкість руху на автостраді	0.9867	0.4229
8	Навантаження (стрес)	0.9000	0.6500

Позначимо через λ_{jk}^i величину, яка є індикатором того, що i -й критерій впливає певним чином на k -ту характеристику (часі, ресурсах, контролі тощо) j -ї базової функції FRAM-діаграми транспортного процесу, тобто

$$\lambda_{jk}^i = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i\text{-й критерій визначає } k\text{-й фактор } j\text{-ї функції} \\ 0 & \text{в протилежному випадку,} \end{cases} \quad j = \overline{1,5}, \quad i = \overline{1,8}, \quad k = \overline{1,5}. \quad (2.6)$$

Сумісний вплив параметрів на кожну з п'яти функцій будемо обчислювати за формулами:

$$F_j = \sum_{k=1}^5 \omega_{jk} H_{jk}, \quad (2.7)$$

$$H_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^8 K_i \cdot \lambda_{jk}^i}{\sum_{i=1}^8 \lambda_{jk}^i}, \quad j = \overline{1,5}, \quad (2.8)$$

де F_j – вихід j -ї функції; H_{jk} – кількісна величина, що визначає вплив k -ї характеристики на j -у базову функцію, ω_{jk} – ваговий коефіцієнт впливовості фактору у відповідній функції, заздалегідь розрахованих на основі аналізу взаємозв'язків у схемі транспортного процесу.

Представлені функції $K_i(x), i = \overline{1,8}$ можна інтерпретувати як надійність виконання перевезення пасажирів в строк за рахунок заданих значень параметрів. Всі вони обрані так, що їх значення зменшуються зі збільшенням відхилення параметрів процесу від нормативів. Тому величини $F_j, j = \overline{1,5}$, в свою чергу, можна розглядати як надійність відповідної базової функції, а значення $(1 - F_j)$ – як ризик її небажаного

результату. І, оскільки функції виконуються послідовно, то вважатимемо, що надійність транспортного процесу може бути виражена добутком F_j , $j = \overline{1,5}$, тобто:

$$S = \prod_{j=1}^5 F_j, \quad (2.9)$$

а ризик виникнення небажаної ситуації під час перевезення пасажирів за умов сумісного впливу параметрів, що розглядаються, будемо обчислювати за формулою:

$$R = 1 - S. \quad (2.10)$$

Визначення вагових коефіцієнтів ω_{jk} , $j = \overline{1,5}$, $k = \overline{1,5}$, здійснюється за таким алгоритмом. Для кожної k -ї характеристики j -ї базової функції (далі (j,k) -фактор) формується матриця A^{jk} розмірності (5×5) , елементи якої дорівнюють

$$a_{ps}^{jk} = \begin{cases} 1, & (j,k)\text{-фактор впливає на } s\text{-й фактор } p\text{-ї функції} \\ 0 & \text{в протилежному випадку,} \end{cases} \quad p = \overline{1,5}, \quad s = \overline{j,5}. \quad (2.11)$$

Тоді

$$\omega_{jk} = \frac{\sum_{s=j}^5 \sum_{p=1}^5 a_{ps}^{jk}}{\sum_{k=1}^5 \sum_{s=j}^5 \sum_{p=1}^5 a_{ps}^{jk}}, \quad j = \overline{1,5}, \quad k = \overline{1,5}. \quad (2.12)$$

Результати кількісного оцінювання базових функцій транспортного процесу ВАП для ідеальних умов, а також сценаріїв 1 і 2 наведені в табл. 2.7 Тут можна простежити за мінливістю значень вказаних функцій, викликаною зміною їх характеристик.

Кількісні оцінки всього процесу перевезення пасажирів для найкращих умов, та параметрів, передбачених сценаріями 1 і 2, відповідно дорівнюють **0,995, 0,58 і 0,219**. А отже, навіть за ідеальних умов є ризик небажаного результату. Зріст відхилення показників процесу від нормативних значень збільшує цей ризик в рази. Результати розрахунків дозволяють зробити висновок, що всі критерії процесу які розглядаються

в сукупності суттєво впливають на транспортний процес в цілому, оскільки в кожній базовій функції вони певним чином відображуються її певною характеристикою.

Таблиця 2.7 Мінливість базових функцій транспортного процесу ВАП, викликана зміною їх характеристик

Номер функції, <i>j</i>	Характеристика, <i>k</i>	Ваговий коефіцієнт, ω_{jk}	Кількісна оцінка параметрів за умов			Кількісна оцінка виконання базової функції за умов		
			Найкращих	Сценарію 1	Сценарію 2	Найкращих	Сценарію 1	Сценарію 2
Підготовка ВАП								
1	Input	0.07	1.00	1.00	1.00	0.0697	0.0697	0.0697
	Time	0.13	1.00	0.93	0.81	0.1310	0.1224	0.1062
	Percoid.	0.07	0.99	0.99	0.99	0.0690	0.0690	0.0690
	Resource	0.26	1.00	0.93	0.81	0.2616	0.2445	0.2121
	Control	0.47	1.00	0.88	0.91	0.4679	0.4105	0.4254
	Output					$F_1 =$	0.9993	0.9161
Подача ВА для здійснення завантаження								
2	Input	0.15	1.00	0.93	0.81	0.1507	0.1408	0.1222
	Time	0.15	1.00	0.93	0.72	0.1507	0.1401	0.1085
	Percoid.	0.08	0.99	0.99	0.99	0.0794	0.0794	0.0794
	Resource	0.08	1.00	0.93	0.72	0.0802	0.0745	0.0577
	Control	0.54	1.00	0.90	0.65	0.5382	0.4844	0.3498
	Output					$F_2 =$	0.9992	0.9193
Процес завантаження								
3	Input	0.07	1.00	0.83	0.62	0.0735	0.0613	0.0452
	Time	0.08	1.00	1.00	1.00	0.0771	0.0771	0.0771
	Percoid.	0.10	0.99	0.99	0.99	0.1017	0.1017	0.1017
	Resource	0.38	1.00	0.93	0.72	0.3810	0.3541	0.2742
	Control	0.37	1.00	0.90	0.65	0.3656	0.3291	0.2377
	Output					$F_3 =$	0.9990	0.9234
Транспортування								
4	Input	0.19	1.00	0.83	0.62	0.1933	0.1613	0.1190
	Time	0.09	1.00	0.99	0.42	0.0947	0.0935	0.0401
	Percoid.	0.13	0.99	0.99	0.99	0.1305	0.1305	0.1305
	Resource	0.19	1.00	0.74	0.56	0.1933	0.1431	0.1090
	Control	0.39	1.00	0.90	0.65	0.3867	0.3480	0.2514
	Output					$F_4 =$	0.9987	0.8764
Процес розвантаження								
5	Input	0.31	1.00	0.83	0.89	0.3143	0.2614	0.2800
	Time	0.15	1.00	0.74	0.56	0.1535	0.1136	0.0866
	Percoid.	0.15	0.99	0.83	0.62	0.1520	0.1281	0.0945
	Resource	0.23	1.00	0.93	0.72	0.2251	0.2092	0.1620
	Control	0.15	1.00	0.90	0.65	0.1535	0.1382	0.0998
	Output					$F_5 =$	0.9985	0.8505

Аналізуючи дані, наведені в табл. 2.7 можна виявити найбільш впливові характеристики кожної з базових функцій, що забезпечують її своєчасне та якісне завершення. Зокрема, для функції підготовки важливими є вхідні дані про зовнішні умови, розробка відповідного маршруту та графіку руху і ресурси, а для функції транспортування – якісна інфраструктура, технічні характеристики автотранспорту

та фізичний і психологічний стан водія. Та майже на всіх етапах процесу перевезення пасажирів найважливішою складовою є контроль за виконанням функцій. І це, безсумнівно, оскільки настання небажаної події тісно пов'язане як з недосконалим інспектуванням технічного стану автотранспорту на етапі підготовки, так і з людською помилкою, викликаною або психофізіологічним станом, або недостатнім досвідом водіння, перевищення власних можливостей водія, прояв втоми, що підтверджується і найпоширенішими причинами ДТП [12].

Отже, функціональний резонанс в транспортному процесі може бути викликаний недосконалістю або відсутністю належного контролю за діяльністю всіх учасників процесу, від операторів до водія.

В сценарії 2 простежується характер «людської помилки» – не одноразовий акт, а системна невідповідність, викликана організаційною культурою на підприємстві: відсутністю певних ресурсів, передумов і здійсненням контролю над рухом лише водієм. Тому для зменшення ризику настання небажаної події під час транспортного процесу необхідно посилити саме вказані елементи функцій.

Порівняння мінливості функцій транспортного процесу за Сценаріями 1 і 2 можна здійснити за допомогою діаграми, представленої на рис. 2.10. Наочно зріст значень мінливості функцій із появою функції Дистанційний контроль за умов дотримання нормативів і їх порушення можна побачити на діаграмах, наведених на рис. 2.11 та рис. 2.12.



Рис. 2.10 Порівняння мінливості функцій транспортного процесу за сценаріями 1 і 2

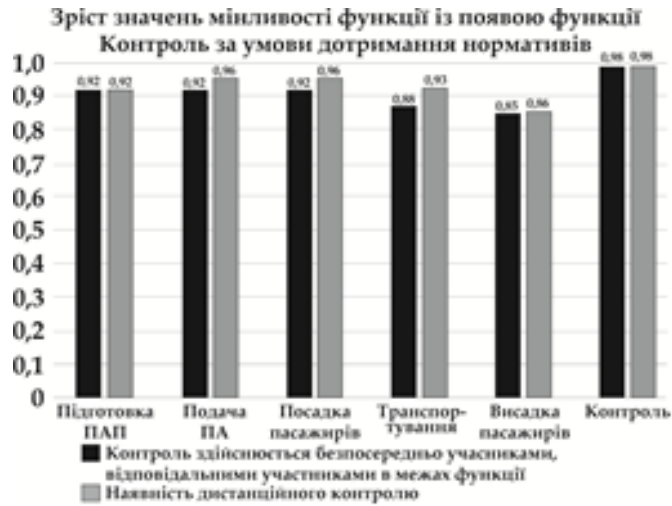


Рис. 2.11 Зріст значень мінливості функцій із появою Функції Контроль за умови дотримання нормативів



Рис. 2.12 Зріст значень мінливості функцій із появою Функції Контроль за умови порушення нормативів

Отже, впровадження додаткового дистанційного контролю над певними діями або учасниками транспортного процесу може суттєво покращити результат виконання завдання перевезення пасажирів. Посилення контролю за допуском водія до керування ВА має здійснюватися з метою забезпечення безаварійного досвіду керування протягом тривалого часу (10 років професійного стажу з перевезення пасажирів). Нажаль, цьому питанню в даний час не приділяється увага. Зазвичай, основним критерієм на місцях є допуск водіїв з наявністю відповідної категорії

водійських прав. До того ж, безаварійний досвід керування повинен стимулюватися заробітною платою і грошовими винагородами.

Нажаль, існують факти летальних випадків водіїв під час керування ВА в процесі руху. І це створює велику небезпеку пасажиром, які знаходяться в салоні ВА. Тому проблема, що розглядається, є актуальною і важливою в питанні підвищення безпеки руху при здійсненні ВАП.

Нині для підвищення безпеки ВАП багато виробників ВА серійно випускають ТЗ, які обладнані сучасними системами контролю за станом здоров'я і психофізіологічним станом водія. Серед таких технічних приладів: кермо зі вбудованими датчиками, які контролюють тиск і серцебиття водія, системи контролю міміки обличчя водія, миготіння очей, відхилення ВА від прямолінійного руху та ін. Вони з'єднані через GPS навігацію з диспетчером, який контролює процес руху ВА на маршруті і при зміні відповідних показників до критичних значень, диспетчер може вчасно прийняти рішення про зупинку ТЗ або про заміну водія.

Додатковий контроль психофізіологічного стану водія можна здійснювати також за допомогою спеціального чек-листа [13], який враховує такі фактори: ергономічний, психосоціальний, індивідуальний (основні показники здоров'я водія) і дискомфорту. Цей лист дозволяє швидко, методом опитування, виявити основні ризики, що пов'язані зі психофізіологічним станом водія і на підставі отриманих результатів прийняти рішення про допуск водія до керування ВА. Запропонований захід спрямований на підвищення безпеки руху, зниження ризиків виникнення професійних захворювань у водіїв ВА, які виникають в наслідок виконання професійної діяльності та ін.

2.2 Розробка системи безпеки руху при експлуатації спеціального автомобільного транспорту

Забезпека дорожнього руху представляє собою складну завдання на кількох рівнях, для якої не існує простого рішення. Щорічно в Європі стає жертвами ДТП більше мільйона людей, і більшість з них потрапляє в аварії, пов'язані з роботою. За даними компанії Motus, витрати європейських роботодавців на автомобільні нещасні випадки у 2018 році склали близько 50 мільярдів доларів. З цього приводу настає

необхідність розробки програм, які б впливали на працівників та допомагали зменшити кількість дорожніх пригод. Для досягнення цієї мети існують принаймні три інструменти: підвищення кваліфікації учасників дорожнього руху, поліпшення стану транспортних засобів та забезпечення ефективного контролю за виконанням правил дорожнього руху, зокрема, щодо перерв у роботі, заборони розмов на мобільний телефон, дотримання розкладу тощо [14, 15].

Примітно, що працівники автотранспорту користуються захистом згідно з європейськими директивами з охорони праці та правилами дорожнього руху. Наприклад, у Рамковій Директиві 89/391/ЄЕС [16] встановлені основні принципи запобігання ризикам під час перевезень, а в Регламенті 561/2006/ЄС [17] від 15 березня 2006 р, щодо гармонізації соціального законодавства стосовно автоперевезень, наведені вимоги щодо часу руху, перерв та відпочинку для водіїв.

Більшість міжнародних компаній впроваджують різноманітні системи управління безпекою дорожнього руху для зменшення кількості виробничих аварій, пов'язаних з дорожньо-транспортними пригодами. Зосередимося на конкретній програмі, розробленій WorkSafeBC2 разом з експертами Інституту правосуддя провінції Британська Колумбія [18] (далі - Програма безпеки дорожнього руху, або Програма). Обрання цієї програми обумовлене малою кількістю дорожньо-транспортних пригод у даному штаті Канади, а також у країні в цілому.

Програма безпеки дорожнього руху базується на трьох етапах: планування, виконання, та контроль. Вона відповідає вимогам стандарту ДСТУ ISO 39001:2015 "Система управління безпекою дорожнього руху. Вимоги та рекомендації для застосування". Цю програму можна уявити у вигляді колеса (рис. 2.13), де:

- шина символізує рух та переміщення, тобто виконання певного плану, прийнятого керівництвом компанії, що веде її до встановленої мети;
- диск – це конкретна форма та стійкість процесу, що забезпечується створеною командою, яка налагоджує комунікації між всіма співробітниками;
- "хаб" уособлює важливу мету – безпеку водія.



Рис. 2.13 Символ програми управління безпекою руху: плануй, дій, перевіряй

Впровадження даної програми включає три етапи, кожен з яких потребує певної підготовки.

На першому етапі, "**Плануй**", проводиться:

1. **Розроблення плану з безпеки дорожнього руху**, спрямованого на запобігання аваріям на транспортних засобах, мінімізацію травм та фінансових втрат. Цей процес включає аналіз поточної ситуації в компанії для визначення рівня ризику та пошуку ефективних інструментів, придатних для конкретних умов.

2. **Підготовка відповідної бази**, що включає в себе визначення цілей компанії, перевірку водіїв та автомобілів, організацію процедур технічного огляду та обслуговування, а також розслідування інцидентів і встановлення критеріїв успішності програми.

3. **Забезпечення підтримки керівництва**, що передбачає підтримку ініціатив з безпеки дорожнього руху, надання необхідних ресурсів (фінансових, освітніх, технічних) для досягнення поставлених цілей. Для обґрунтування фінансових витрат рекомендується використовувати спеціальні калькулятори, які допоможуть порівняти витрати на інциденти з витратами на впровадження системи безпеки дорожнього руху (рис. 2.14).

Таблиця розрахунку витрат						
Дані		Вихідні дані	Рік 1 і дані +/-		Рік 2 і дані +/-	
A	Кількість транспортних засобів в компанії	100	100	0	100	0
B	Кількість водіїв	150	150	0	150	0
C	Загальна кількість кілометрів за рік, які проїхали транспортні засоби компанії	2 000 000	2 000 000	0	2 000 000	0
D	Річний страховий внесок	100 000 ₪	100 000	0 ₪	90 000	-10 000
E	Додаткові виплати за страховий випадок (франшиза)	500	500	0	500	0
F	Загальна кількість ДТП в рік	40	36	-4	32	-8
G	Витрати на пальне за рік (2 000 000 км x 10 км на 1 литр и 26 ₪ за 1 л)	5 200 000 ₪	5 000 000	-200 000 ₪	4 800 000	-400 000
H	Загальна вартість штрафних санкцій від лізингових компаній	25 000 ₪	22 500	-2 500 ₪	20 000	-5 000
I	Загальна кількість витрат на штрафи за перевищення швидкості / неправильне паркування	20 000 ₪	18 000	-2 000 ₪	15 000	-5 000
J	Загальна кількість водіїв "сірого парку" (персонал, який використовує власний автомобіль для роботи)	100	100	0	100	0
K	Загальна вартість заявлених "сірих" кілометрів (як правило, 3 ₪ за 1 км)	3 000 000 ₪	2 800 000	-200 000 ₪	2 600 000	-400 000
Розрахунки		Вихідні дані	Рік 1 і дані +/-		Рік 2 і дані +/-	
L	ДТП на 1 транспортний засіб (F / A)	0,40	0,36	-0,04	0,32	-0,08
M	ДТП на 1-го водія (F / B)	0,27	0,24	-0,03	0,21	-0,05
N	ДТП на 1 млн кілометрів (F / (C/1,000,000))	20,00	18,00	-2,00	16,00	-4,00
O	Прямі витрати від ДТП (D + (E x F) + H)	145 000 ₪	140 500	-4 500 ₪	126 000	-19 000
P	Мінімальні ймовірні приховані витрати (O x 4)	580 000 ₪	562 000	-18 000 ₪	504 000	-76 000
Очікувана економія фінансів за 3 роки			Економія фінансів		Економія фінансів - рік 2	
Q	Очікувана економія від зниження ДТП на 20% (O+P) x 20%)	145 000 ₪	Економія -424 500		Економія -900 000	
R	Очікувана економія від зниження річного страхового внеску на 10% (D x 10%)	10 000 ₪				
S	Очікувана економія від зниження витрат на пальне на 10% (G x 10%)	520 000 ₪			Економія фінансів за пер	
T	швидкості / неправильне паркування на 50% (I x 50%)	10 000 ₪			Економія рік 1 -424 500	
U	Очікувана економія від зниження виплат за заявлені "сірі" кілометри на 20% (K x 20%)	600 000 ₪			Економія рік 2 -900 000	
ВСЬОГО ПОТЕНЦІЙНА ЕКОНОМІЯ ВИТАТ		1 285 000 ₪			Економія всь -1 324 500	

Рис. 2.14 Форма розрахунку фінансових збитків від ДТП в транспортній компанії

4. **Встановлення рівня безпеки дорожнього руху** є важливим етапом, що дозволяє оцінити поточний стан справ та ідентифікувати прогалини, які вимагають належних змін. Це може бути здійснено шляхом проведення опитувань, анкетування або використання більш продуктивних інструментів, спрямованих на збір відповідної інформації щодо проблем безпеки. У транспортних компаніях часто використовують спеціальні анкети для оцінки поточного стану безпеки дорожнього руху в компанії, які потім аналізуються для формування відповідної стратегії (рис. 2.15).

5. **Оцінка професійних ризиків та небезпек** є ключовим етапом в плануванні безпеки дорожнього руху. Ідентифікація небезпек, пов'язаних з водінням автомобіля та оцінка пов'язаних з ними ризиків, дозволяє встановити пріоритети для впровадження відповідних заходів з безпеки. Належне формування розуміння серед водіїв про важливість цього процесу дозволяє передбачити можливий розвиток подій та визначити інструменти для попередження аварій або, принаймні, зменшення ризиків. Це, в свою чергу, дозволяє планувати ресурси, визначити відповідальних осіб, встановити контрольні терміни та відстежувати виконання запланованих заходів.

Для оцінки потенційних ризиків при транспортуванні корисних копалин, ми використовуємо методи "HAZOP" та "FMEA". Використання цих методів часто є найбільш ефективним з економічної точки зору і, у деяких випадках, єдиним можливим способом оцінки рівня ризику для водіїв, відповідно до вимог [19-22].

Перший етап полягає у визначенні потенційних небезпек та проблем з працездатністю системи транспортування корисних копалин (СТК). Для виявлення небажаних подій ми використовуємо кілька ключових термінів методу "HAZOP". (рис. 2.16) [23].

№	Показники безпеки дорожнього руху	Категорично не згоден (1) ¹	Не погоджуюсь (2)	Байдуже (3)	Погоджуюсь (4)	Цілком погоджуюсь (5)
1	Наш менеджер та наглядові органи надихають на відповідне ставлення до безпеки руху (демонструють підтримку та прихильність дорожній безпеці)					
2	Політика безпеки дорожнього руху компанії дозволяє мені забезпечити власну безпеку на робочому місці					
3	У компанії є комунікація з керівництвом щодо підвищення безпеки дорожнього руху					
4	Процес виявлення небезпек та професійних ризиків досить дієвий і допомагає в управлінні автомобілем					
5	Компанія періодично проводить навчання і перевірку необхідних навичок і вмінь водія з безпечного керування автомобілем					
6	Компанія забезпечує регулярний процес технічного огляду автомобілів та підтримку їх у безпечному стані					
7	У компанії запроваджена система розслідування будь-яких інцидентів, дорожньо-транспортних пригод, аварій та нещасних випадків					
8	У компанії запроваджена система навчання працівників, інформування про інциденти, зміни в законодавчій базі, технічних регламентах тощо					
9	У компанії розроблена процедура залучення працівників до виявлення недоліків у системі безпеки дорожнього руху із залученням усіх зацікавлених сторін та можливістю впровадження відповідних вдосконалень					
10	Програма безпеки дорожнього руху допомогла компанії завоювати звання організації, що піклується про безпеку водія					

¹ Бали
Надаючи відповіді на вказані запитання, можна визначити рівень організації в компанії системи безпеки дорожнього руху
Кількість балів від 400 до 500 — високий рівень
Кількість балів від 300 до 399 — середній рівень
Кількість балів від 200 до 299 — низький рівень
Кількість балів від 100 до 199 — система безпеки ДР відсутня

Рис. 2.15 Зразок форми анкети для визначення поточного стану безпеки дорожнього руху на автотранспортному підприємстві

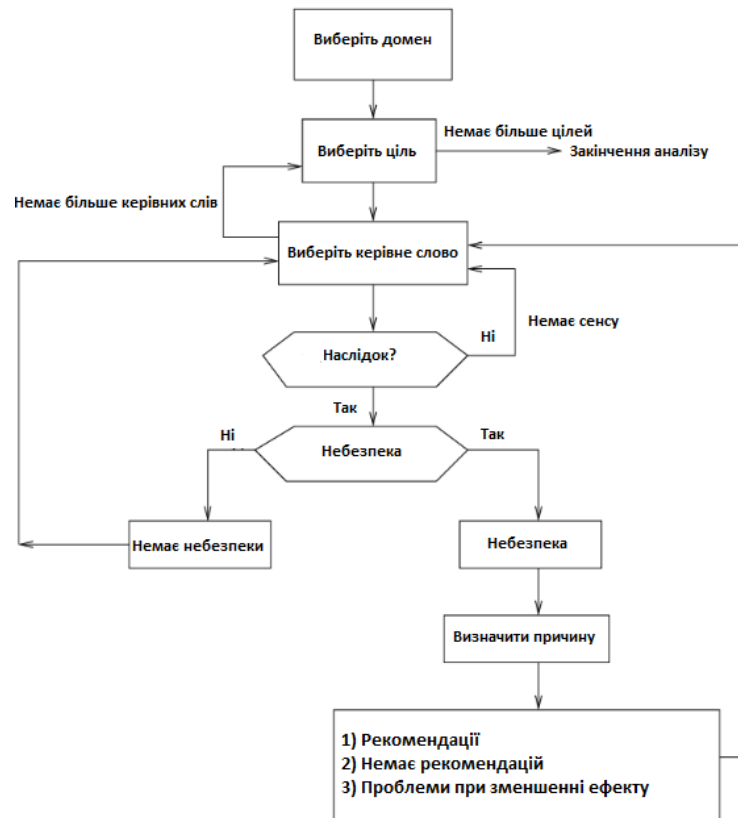


Рис. 2.16 Алгоритм дій при проведенні оцінювання методом "HAZOP" [23]

Наприклад, у випадку негативного відхилення, коли використовується керівне слово "ні", може виникнути ситуація, коли процес перевезення не відбувається через логістичний збій. Або якщо відбувається відхилення кількісної модифікації, з використанням керівного слова "більше", це може призвести до підвищення температури у кабіні вантажного автомобіля чи збільшення швидкості руху. Застосування вказівних слів також використовується для аналізу потенційних небезпек. Наприклад, ми досліджуємо технологічні вузли процесу, доки не вичерпаємо всі можливості аналізу. Після цього процедура переходить до наступного вузла, де знову проводиться пошук небезпек. Для цього ми вивчаємо причини вже відомих інцидентів, досліджуємо звіти та статті, де описуються фактори, що можуть призвести до повної або часткової втрати працездатності виробничого устаткування згідно з задекларованими результатами та умовами праці. У зв'язку з цим процес перевезення для зручності поділяється на декілька частин: технічну, організаційну та виробничу.

Кожну окрему частину аналізуємо індивідуально з метою виявлення можливих порушень, їх причин та потенційних наслідків. Частотний аналіз відмов базується на оцінці ймовірності виникнення негативних сценаріїв, що передбачають можливі небезпечні ситуації. Ці частоти синтезуються з використанням оціночної шкали, яка враховує комбінації збоїв і обставин, що можуть виникнути під час перевезення. Для оцінки наслідків використовуються статистично оцінені результати цільової сукупності з погляду ризику погіршення безпеки, здоров'я та економічних втрат, а також виникнення аварійних ситуацій. Ці оцінки наслідків проводяться відповідно до матриці ризиків (рис. 2.16). Запропоновані захисні бар'єри для запобігання виникнення виявлених наслідків негативних сценаріїв базуються на сучасних досягненнях промислового прогресу.

Наступним етапом є проведення кількісної оцінки потенційних ризиків, що виникають внаслідок зміни психофізіологічного стану водія під час управління вантажним автомобілем за алгоритмом методу "FMEA". Це необхідно для виявлення можливих відхилень та причин аварійних ситуацій. Детальний опис дій експертів за методом "FMEA" також приведений рис. 2.17, табл. 2.8, а також описано в стандарті [23].



Рис. 2.17 Алгоритм дій при проведенні оцінювання методом "FMEA" [24]

Група експертів (табл. 2.9) аналізує три основні фактори ризику для режиму можливих потенційних небезпек: серйозність («S»), частота виникнення («O») та виявлення («D»). Добуток цих компонентів «S», «O» та «D» визначає значення пріоритету ризику («Risk Priority Number», далі - «RPN») за відповідною формулою [24]:

$$RPN = S \times O \times D, \quad (2.13)$$

Оцінка потенційних ризиків за методом "FMEA" триває до повного визначення значення пріоритету "RPN", яке вказує на найвищі рівні ризику. Фактори, які мають найбільший вплив, ті, що мають значення "RPN" понад 150 балів [25].

Таблиця 2.8 Матриця оцінки ризику

Класифікація ризиків		Частота				
Матриця		A	B	C	D	E
Наслідки	V	П	П	В	В	В
	IV	П	П	П	В	В
	III	Н	П	П	П	В
	II	Н	Н	П	П	П
	I	Н	Н	Н	П	П
Наслідки		Частота			Ризики	
I	Низький	A	Дуже мало ймовірно		(Н) Низький (П) Помірний (В) Високий	
II	Помірний	B	Мало ймовірно			
III	Середній	C	Можливо			
IV	Критичний	D	Ймовірно			
V	Катастрофічний	E	Дуже ймовірно			

Таблиця 2.9 Дані експертів, що приймали участь у дослідженнях

Інформація	Кількість
Число або кількість експертів	6
Досвід виконання роботи на посадах транспортної логістики	від 10 до 14 років
Рівень освіти експертів	вища за фахом транспортні технології
Загальний стаж роботи	більше 10 років
Наявність пройденого навчання та посвідчення аудитора з систем управління якістю і безпекою компаній	Так
Проходження періодичного підвищення кваліфікації з оцінки ризиків за вимогами [21]	Так

Оцінка потенційного ризику (ПР), що здійснюється за допомогою методу "FMEA", продовжується до того часу, поки не буде повністю визначено значення RPN, яке вказує на найвищий рівень потенційного ризику. Вважаються найбільш важливими ті фактори, у яких значення RPN перевищує 150 балів [26]. Для визначення рівнів серйозності наслідків (S), ймовірності виникнення відмови/інциденту (O) та можливості виявлення небезпечного психосоціального стану (D) використовується шкала від 1 до 10, де 1 відповідає найменшому рівню показника, а 10 - найвищому.

Для обробки отриманих результатів, які надані були експертами та перевірки їх оцінок на викиди було застосовано критерій Граббса:

$$G_{\max} = \frac{X_n - \bar{X}}{s}, \quad (2.14)$$

де X_n - запропоновані оцінки експертів; \bar{X} - середнє значення вибірки; S - середнє квадратичне відхилення.

Де необхідно розрахувати математичне очікування або середнє значення отриманих результатів:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (2.15)$$

Також потрібно провести розрахунок середнього квадратичного відхилення:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}, \quad (2.16)$$

Використовуємо наведені формули для перевірки на викид максимальних та мінімальних результатів оцінок експертів у випадку, коли показник перевищує критичне значення:

$$\begin{cases} G_{\max} \geq G_{n, 1-\alpha} \\ G_{\min} \geq G_{1, 1-\alpha} \end{cases}, \quad (2.17)$$

де α – рівень значимості, який визначається у відповідності до вимог [27].

У випадку невиконання вказаної нерівності, результати оцінок розглядаються як викиди, які потрібно виключити. Потім проводиться пояснення з експертами, які надали такі оцінки, для встановлення причин, що обґрунтовують їх вибір балів під час експертизи. Критичні значення статистик обираються відповідно до закону розподілу випадкової величини і можуть бути знайдені для нормального розподілу відповідно до вимог [28]. У випадку підозри на два викиди, проводиться оцінка загальної сукупності результатів за допомогою двосторонньої оцінки Граббса.

6. Визначення мети та показників для оцінки ефективності роботи є ключовим етапом. Результати аналізу ризиків становлять основну складову для формулювання мети, розширюючи її завданнями, які потребують вирішення. З цього випливають зобов'язання і досягнуті результати, для оцінки яких бажано встановити відповідні шкали (табл. 2.10).

Часто використовуються різні показники ефективності впровадження програми. Наприклад, це можуть бути частота травм або кількість днів непрацездатності. Також можна враховувати фінансові показники, такі як витрати на медичне обслуговування, ліквідацію наслідків аварій, страхові виплати тощо. Додатково використовуються загальновизнані показники, такі як кількість перевірок транспортних засобів, безпекових кілометрів, проведених нарад, розроблених планів та інше. Існують також системи показників, наприклад, SMART (Specific, Measurable, Assignable, Relevant, Time-bound). Перший компонент оцінює рівень збору інформації, другий встановлює конкретні метрики для вимірювання, третій відповідає за аналіз отриманих результатів, четвертий перевіряє відповідність цих результатів визначеній меті, а останній враховує затрати часу.

Таблиця 2.10 Приклад визначення ризиків та розробки відповідного плану дій

Небезпечний фактор	Рекомендації щодо зменшення ПР	Інструмент та ресурси
Водіння з виявом агресії, незалежно від дорожніх та погодних умов, і невиконання правил.	Регулярно проводить оцінку водіїв для перевірки їх компетентності та виявлення можливих недоліків у навичках. Забезпечуйте водіїв необхідною підготовкою. Розробляйте та впроваджуйте процедури безпечного водіння.	<input type="checkbox"/> Кваліфікація водія <input type="checkbox"/> Навчання водіїв <input type="checkbox"/> Процедури безпечної роботи <input type="checkbox"/> Поради щодо керування автомобілем ІСВС
Втома, погіршення уваги, уповільнення реакції	Регулярно організуйте оцінку водіння, включаючи спільну поїздку з досвідченим інструктором. Забезпечуйте навчання та менторство для розвитку необхідних навичок. Розробляйте та впроваджуйте процедури для забезпечення безпеки під час водіння.	<input type="checkbox"/> Навчання водіїв <input type="checkbox"/> Кваліфікація водія <input type="checkbox"/> Поради щодо керування автомобілем ІСВС <input type="checkbox"/> Процедури безпечної роботи
Зіткнення з зустрічним транспортним засобом (їхня вина)	Забезпечте водіїв навчанням щодо уникнення зіткнень. Впровадіть політику вибору транспортних засобів, яка встановлює технології уникнення зіткнень як стандартну характеристику для нових транспортних засобів, що придбаються для роботи.	<input type="checkbox"/> Курс уникнення зіткнень АМА <input type="checkbox"/> Робочі транспортні засоби та підбір працівників <input type="checkbox"/> Стратегії безпеки дорожнього руху <input type="checkbox"/> Навчання водіїв

Другий етап - "Дії", передбачає встановлення ефективних стратегій для втілення запланованого. Для цього етапу також потрібна відповідна підготовка, яка включає забезпечення захисту водіїв, надання їм необхідного інструментарію для виконання завдань, функціонування процедур моніторингу переміщень транспортних засобів, оцінку їх технічного стану та здатності водіїв дотримуватися правил дорожнього руху. Крім того, цей етап передбачає постійну комунікацію між відповідними службами, що відповідають за безпеку на дорозі.

1. Забезпечення необхідних засобів захисту водіїв вимагає після визначення потенційних ризиків знаходження та обґрунтування відповідних заходів. Існує ієрархія таких засобів (рис. 2.18), у якій перевага надається повному усуненню небезпек, а у випадку неможливості - інженерному чи адміністративному контролю.

Останні також мають свої ризики і вимагають відповідального підходу. Наприклад, розробка політики безпеки, яка, хоча на перший погляд - це лише письмова заява, але вона впливає на погляди керівництва компанії і потребує впровадження деяких процедур. Зокрема, формування команди, яка чітко розуміє нормативні вимоги та знає, як їх виконувати, а також забезпечення зв'язків з працівниками, які розуміють, для чого їм потрібне додаткове навантаження. Крім того, розроблені процедури повинні бути зрозумілими та простими для виконання, їх можна представити у вигляді флаєрів, невеликих плакатів або повідомлень, що нагадують про критичні моменти.

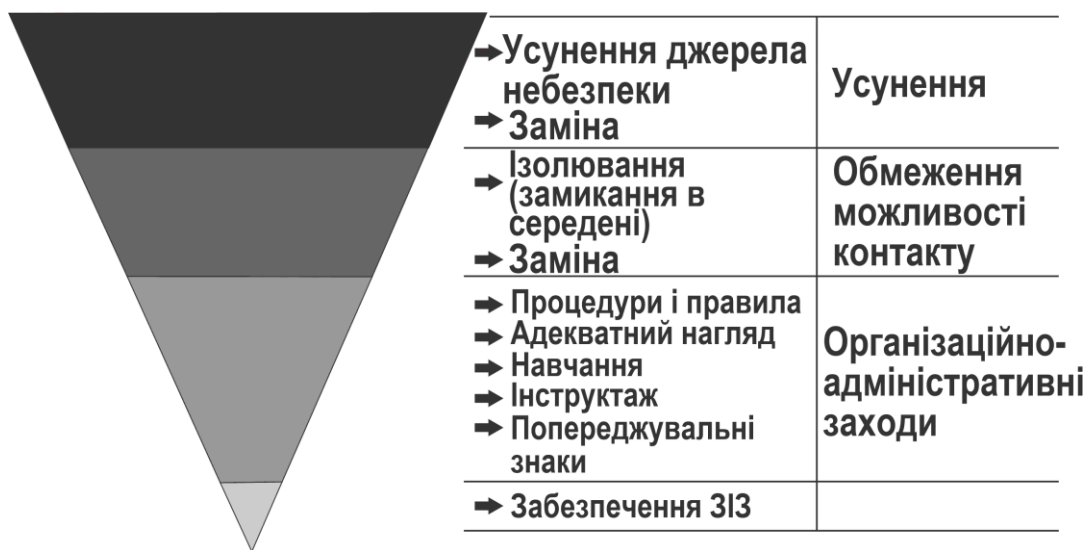


Рис. 2.18 Ієрархія засобів захисту працівників [29]

2. Організація перевірок фізичного стану водія, його працездатності та поведінки на дорозі (у тому числі відволікання, втоми, агресія) є важливою складовою безпечного водіння. Володіння водійським посвідченням само по собі недостатнє для забезпечення безпечної дорожньої поведінки. Необхідно перевірити, як мінімум, три показники: ставлення, поведінку та розуміння небезпек, з якими водій може зіткнутися та вміння їх уникнути. Для оцінки ризикованої поведінки водіїв можна використовувати різноманітні інтернет-ресурси, які пропонують анкети, опитування, спеціальні завдання та різні методи оцінки, такі як оцінка DISC, шкала MBTI та інші. Наприклад, провідні перевізники Канади використовують ресурс «TalentClick», де доступні різноманітні оціночні інструменти для визначення рівня втоми, працездатності, поведінки та навіть робочих цінностей персоналу [30].

Однією з основних причин дорожньо-транспортних пригод є відволікання водіїв під час управління вантажними автомобілями, яке, за даними, є фактором у близько 80% зіткнень. Використання телефонів, планшетів, GPS, MP3-плеєрів чи інших електронних пристроїв під час керування автомобілем значно впливає на зниження уваги водія до дороги. Існують різноманітні інструменти, що можуть допомогти змінити цю небезпечну практику. По-перше, це суворий контроль за виконанням водіями відповідних обов'язків, які вони приймають на себе, підписуючи певні зобов'язання. По-друге, існують інструменти, які дозволяють отримувати повідомлення чи завдання без потреби торкатися руками до мобільних пристроїв. Ще однією проблемою є накопичення втоми. Для її запобігання все частіше роботодавці використовують контролюючі пристрої, такі як прилади, що можуть оцінювати стан водія за рухом очей та іншими фізіологічними параметрами. Наприклад, система "PERCLOS" або "EyeQ". Крім того, існують інструменти, які оцінюють працездатність водіїв, контролюючи їх кардіоцикл або рух транспортного засобу, такі як розбіжність смуги руху, різкість прискорення чи гальмування тощо [31].

3. Впровадження систем спостереження та управління є ключовим етапом для оперативного прийняття рішень щодо зменшення впливу різних небезпек на дорозі. Ця процедура підтримується кількома інструментами, включаючи систему реєстрації маршрутів, систему GPS, JMS, процедуру TripCheck, а також сучасні системи допомоги водіям АДАС (рис. 2.19). Ці системи є потужними інструментами для підвищення безпеки на дорозі. Деякі з них мають пасивну функцію, лише попереджаючи водія про потенційні небезпеки, щоб він міг прийняти відповідні заходи. Наприклад, система попередження про виїзд на зустрічну смугу (LDW), система попередження про зіткнення (FCW), яка розраховує ймовірність зіткнення з іншим транспортним засобом в поточних умовах руху.

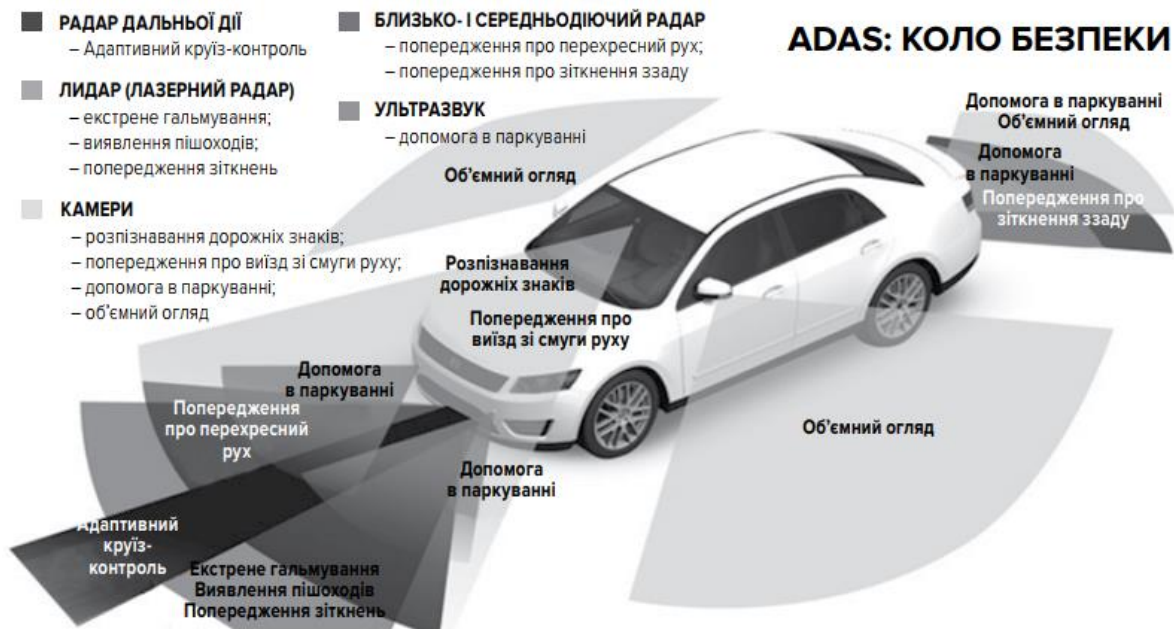


Рис. 2.19 Системи допомоги водіям [32]

Також є активні системи безпеки, які допомагають водієві у прийнятті рішень. Серед них автоматичне екстремне гальмування (Autonomous Emergency Braking, AEB), що реагує на швидке зіткнення та зменшує швидкість або повністю зупиняє автомобіль без участі водія. Також до цієї групи відносяться адаптивний круїз-контроль (Adaptive Cruise Control, ACC), система утримання смуги руху (Lane Keeping System, LKS), центрування смуги руху (Lane Centering Assistance, LCA) та допоміжний затор (Traffic Jam Assist, TJA).

4. Впровадження дисциплінарної системи є важливим етапом для успішної діяльності компанії та забезпечення безпечних та здорових умов праці. Негативні наслідки порушень правил безпеки, травматизму та професійних захворювань можуть серйозно вплинути на прибутковість підприємства. Витрати на штрафи, виплату компенсацій за лікарняні, допомогу сім'ям потерпілих, юридичні послуги, зростання страхових внесків, втрата робочого часу та зниження продуктивності це лише кілька можливих наслідків нещасних випадків.

5. Впровадження системи стимулювання персоналу є ключовим аспектом. Мотивація співробітників залежить від багатьох факторів, зокрема від фінансових можливостей компанії. Існує певна залежність між поведінкою людини та зовнішніми стимулами. Тому для досягнення ефективності у роботі необхідна відповідна

мотивація, яка стимулює бажання працювати. Позитивна мотивація активує здібності людини, тоді як негативна може їх гальмувати.

Третій етап - "Перевірйй", сприяє визначенню ступеня виконання запланованих процедур та досягнення поставлених цілей. На цьому етапі проводиться аналіз поточної інформації та пошук шляхів для досягнення мети. Можлива потреба в коригуванні планів або пошуку альтернативних шляхів реалізації процедур. Отже, регулярне моніторинг та оцінка цілей та програм безпеки на дорозі є важливим елементом для оцінки ефективності роботи та можливості внесення змін. Існують принаймні два інструменти, які допомагають забезпечити виконання цього етапу.

Перший інструмент - регулярне оцінювання ключових показників безпеки на дорозі. Багато компаній розуміють, що безпека дорожнього руху є основним викликом, тому вони проводять щоквартальні або щомісячні перевірки програми безпеки. Ці перевірки включають збір інформації з огляду на автомобілі, подання TripCheck, звіти про нещасні випадки, інциденти, реклаमाції, протоколи тренувань, зустрічей, а також дані про середню швидкість руху автомобілів, використання ременів безпеки, реакцію на ДТП та інші параметри. Зібрану інформацію систематизують у відповідні графіки та таблиці для подальшого аналізу та внесення відповідних корективів.

Другий інструмент - визначення соціально-економічних збитків від аварій і дорожньо-транспортних пригод. Для цього використовуються наступні показники: медичні витрати (такі як витрати на транспортування до лікарні та лікування); витрати на ліквідацію наслідків аварій; витрати на ремонт майна (особливо транспортних засобів); адміністративні витрати (наприклад, витрати поліції, пожежної служби, страхових виплат). Ці показники допомагають встановити зв'язок між постраждалими від дорожніх аварій та вжитими заходами щодо їх запобігання. Вони можуть сигналізувати про виникнення нових проблем на ранніх етапах до їх виявлення у вигляді серйозних збоїв.

2.3 Розробка процесу керування професійними ризиками водіїв

Щоб зменшити ймовірність виникнення аварій, важливо використовувати певний методологічний підхід до оцінки ризиків, пов'язаних з водіями. Розглянемо порядок цього процесу.

Крок 1. Встановлення завдань водіїв.

Серед обов'язків водіїв найчастіше відзначаються такі:

- забезпечення належного технічного стану транспортного засобу;
- перевірка технічного стану перед виїздом та після повернення;
- керування транспортним засобом;
- виконання щоденного технічного обслуговування;
- усунення технічних несправностей, які виникають під час руху на лінії і не потребують розбирання головних механізмів;

Крок 2. Визначення обставин руху та наслідки травм водіїв.

Обставини руху охоплюють графіки роботи, довжину маршруту, швидкість руху, погодні умови та інші фактори. Зазвичай у підприємствах транспортні засоби класифікують за вантажопідйомністю, видом виконуваної транспортної роботи або за поставленими завданнями. Усі ці різниці можуть суттєво впливати на складність інцидентів та заходи щодо їх попередження.

Крок 3. Аналіз небезпеки водіїв.

Найбільш поширеними ризиками при експлуатації транспортних засобів є перевищення швидкості, виїзд на зустрічну смугу руху, недотримання безпечної дистанції, керування у стані алкогольного сп'яніння або перевтоми, водіння під впливом сну за кермом, нестача досвіду водіння, відволікання, несправність гальм і кермового управління, а також несправні або не налаштовані фари та інші освітлювальні пристрої. Зазвичай ці ризики поділяють на кілька груп, що пов'язані з водієм, автомобілем, дорожніми умовами, організацією перевезень і т. д.

Крок 4. Оцінка величини ризиків водіїв.

Оцінка ризику включає в себе оцінку ймовірності та потенційних наслідків небезпеки, а також оцінку реалізації цих ризиків протягом певного періоду часу.

Основна мета оцінки ризику полягає в ідентифікації небезпек у кількісному або, принаймні, порівняльному вигляді (якісному) в порівнянні з іншими потенційними небезпеками (табл. 2.11, табл. 2.12).

Таблиця 2.11. Кількісні показники для оцінки ризиків

Бали	Частота виникнення	Ймовірність інциденту	Тяжкість наслідків
10	Безперервний вплив	Висока ймовірність інциденту більше 80 %	Смертельні: смерть особи
8	Частий вплив (кілька разів на день (тиждень))	Значна ймовірність 50-80 %	Серйозні: травми хребта, голови, - інвалідність
6	Значний вплив (декілька разів на тиждень (місяць))	Помірна ймовірність від 20-50 %	Значний термін видужання тяжкі травми кінцівок,
4	Помірний вплив (декілька разів на місяць)	Певна ймовірність 10-20 %	Помірні: втрата працездатності до місяця, розтягування м'язів, сухожиллів
2	Незначний вплив (відбувається зрідка)	Малоймовірний інцидент 2 –10 %	Незначні: подряпини, садна, забиття, втрата працездатності на декілька днів
1	Випадковий вплив	Мінімальна ймовірність 1 %	

Таблиця 2.12 - Приклад розрахунку і ранжування ризиків

Категорія	Небезпечний фактор	Частота виникнення	Оцінка якості виявлення причин небезпеки	Тяжкість наслідків	Пріоритетне число ризику
Водій	Агресивне стиль водіння, не зважає на дорожні, погодні умови, не притримується правил дорожнього руху	8	8	6	384
	Втома, погіршення уваги, уповільнення реакції	8	8	6	384
	Відволікання за кермом водіїв; дзвінки, рація, розмови.	8	8	6	384
Умови перевезення	Перевезення вантажу у ночі	10	6	6	360
	Не регулярний маршрут, незручний час руху	6	8	6	288
	Обмежена видимість на дорозі	6	8	4	256
	Складні погодні умови	8	8	4	256
	Дорожні ремонтні роботи	4	8	4	256
Транспорт	Небалансоване навантаження	4	8	8	256
	Перевантаження водіїв	6	6	6	216

Крок 5. Розробка заходів щодо усунення або мінімізації ризиків.

Серед пріоритетних заходів для зменшення ймовірності нещасних випадків можна виокремити розробку належних рекомендацій щодо посилення контролю та використання відповідних інструментів для зменшення ризику.

Останній крок – «План дій». На цьому етапі формується загальний план дій і приводиться у вигляді таблиці (табл. 2.13)

Таблиця 2.13. План дій

Небезпечний фактор	Рекомендації щодо зменшення ризику	Відповідальний	Початкова дата	Кінцева дата
Агресивний стиль водіння, не зважає на динаміку змін дорожніх, погодніх умови, не притримується правил дорожнього руху	Регулярно оцінюйте водіїв, щоб перевірити їх компетентність і виявити можливі проблемні моменти у навичках. Забезпечте необхідну підготовку водіїв. Розробляйте та впроваджуйте процедури безпечного водіння.			
Втома, уповільнення реакції, погіршення уваги	Регулярно проведіть оцінку манери водіння шляхом спільної поїздки з досвідченим інструктором. Забезпечуйте навчання або наставництво для розвитку потрібних навичок. Розробляйте та впроваджуйте процедури з безпечного водіння.			

2.4 Розробка системи безпечної праці водія з урахуванням ергономічних ризиків

Для покращення умов праці та зменшення потенційних небезпек рекомендується впровадити систему безпечної праці для водіїв, яка поєднує у собі виконання чотирьох основних кроків (**рис. 2.20**):

Крок 1 – Вияви потенційні небезпеки і ергономічні ризики.

Крок 2 - Встанови шляхи усунення ризиків.

Крок 3 – Вмотивуй зменшення потенційних небезпек.

Крок 4 - Впроваджуй і контролюй запропоновану стратегію.

Дана система відповідає відомому циклу Демінга, який являється найпростішим алгоритмом дій керівника з управління охороною праці для досягнення поставленої

мети, яка в нашому випадку є зменшення захворювань опорно-рухового апарату. Відомий цикл починається з планування тобто виявленню потенційних небезпек через оцінку ергономічних ризиків (Крок 1).

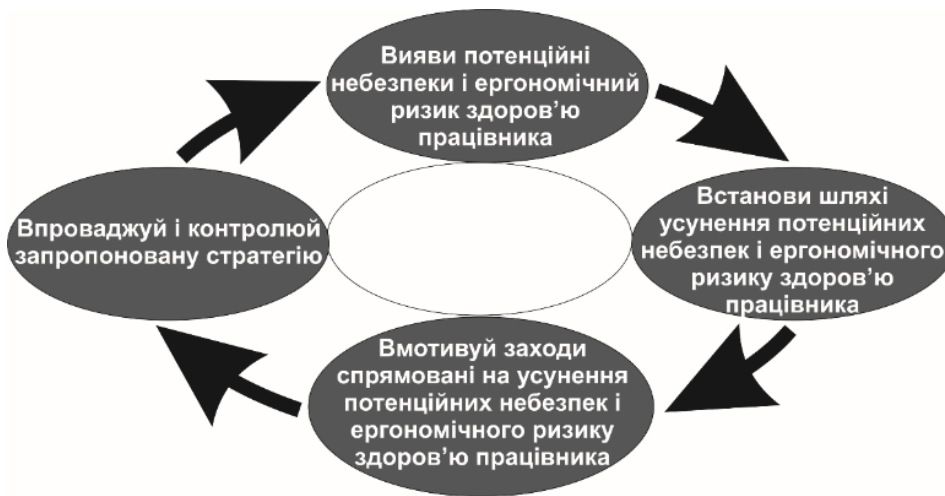


Рис. 2.20 Система безпечної праці

Для цього можна скористатись спеціальним чек-листом (рис. 2.21), який дозволить швидко оцінити професійний ризик здоров'ю водія для прийняття управлінських рішень, які спрямовані на зміну режиму його роботи або вибору більш безпечного ВА, або запровадження оздоровчих програм для водія. Чек-лист поділений на п'ять різних зон.

Перша – «Ергономічний фактор» дозволяє провести швидку оцінку робочої пози водія з урахуванням рівня вібрації, величини навантаження на кінцівки, тривалості виконання транспортної роботи. Зона умовно поділена на три етапи. Перший – оцінка розміщення плеча, передпліччя і зап'ястя. Друга – стосується визначення положення тіла, голови і ніг. Третя – визначення загальної оцінки з урахуванням навантаження і терміну виконання транспортної роботи. Визначення кількості балів відбувається за відповідним зображенням робочої пози та кольоровим забарвленням рядків у таблиці, яке відповідає кольорам клітинок, де проставлені встановлені оцінки для відповідних частин тіла.

Ергономічний фактор

Крок 1. Передпліччя

 Коригування:
 Висутність регулювання керна: +1;
 Відсутність опор для відпочинку руки: +2

Крок 2. Зап'ястя

 Коригування:
 Якщо зап'ястя скручене: +1

Крок 3. Плече

 Коригування:
 - Якщо плече відбите: +1
 - Якщо людина робить нахил: +1
 - Якщо плече відведено назад: +1

Крок 4. Оцінка навантаження на руку
 Навантаження < 1 кг (мале): +0
 Навантаження 1-4 кг (середнє): +1
 Навантаження > 4 кг (високє): +2

Крок 5. Сума балів оцінювання положення плеча, передпліччя і зап'ястя
 Загальна оцінка групи "А"

Палець	Передпліччя			Зап'ястя		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	3	3	3
2	2	3	3	4	4	4
3	3	3	4	4	5	5
4	4	4	5	5	6	6
5	4	4	5	5	6	6
6*	5	5	6	6	7	7

Крок 6. Положення тулубу

 Коригування:
 - Якщо тулуб скручений: +1
 - Якщо тулуб нахилено у бік: +1

Крок 7. Положення голови

 Коригування:
 - Якщо голова повернута в бік: +1
 - Якщо голова нахилена у бік: +1

Крок 8. Розташування ноги

 Коригування:
 - Якщо стопа піднята: +1
 - Якщо людина робить нахил: +1
 - Якщо стопа відведена назад: +1

Крок 9. Загальна сума балів групи "В"
 Таблиця В

Голова	Тулуб															
	1				2				3				4+			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	1	2	3	2	3	4	3	4	5	4	5	5				
2	2	3	4	3	4	5	4	5	5	5	5	6				
3	3	4	5	4	5	6	5	6	6	6	6	7				
4	4	5	5	5	6	6	5	6	7	6	7	7				
5	5	5	6	5	6	7	6	7	8	7	8	8				

Крок 10. Вібрація
 Мінімальний рівень вібрації: +0
 Помірний рівень вібрації: +1
 Високий рівень вібрації: +2

Крок 11. Підняття вантажу
 Висутні: +0
 Присутні: +1

Крок 12. Сума балів оцінювання положення тулубу, голови та ший
 Загальна оцінка групи "В"

Крок 13. Сумарна оцінка усього тіла
 Загальна сума балів за кроком 5-12.
 Таблиця С

Загальна оцінка групи "А"	Загальна оцінка групи "В"							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	3	4	5	6	7	8
2	2	3	4	5	6	7	8	9
3	2	3	4	5	7	8	9	10
4	3	4	5	6	8	9	10	11
5	4	5	6	7	9	10	11	12
6	5	6	6	8	10	11	12	13
7	6	7	8	9	11	12	13	13
8	7	8	9	10	11	12	13	14
9	8	9	10	11	12	13	14	14

Крок 14. Тривалість виконання транспортної роботи
 Тривалість виконання транспортної роботи менш ніж 4 години на добу: +0
 Тривалість виконання транспортної роботи більш ніж 4 години на добу: +1
 або стаж керування > 15 років: +1

Крок 15. Загальна оцінка ергономічного ризику
 Використовуючи дані таблиці "С", суму балів за кроком 13, з урахуванням показника тривалості виконання транспортної роботи (крок 14).

Рівні ризику:
 1-5 балів, низький рівень ризику (рівень 1)
 6-10 балів, помірний рівень ризику (рівень 2)
 11-14 балів, високий рівень ризику (рівень 3)
 > 15 балів, дуже високий рівень ризику (рівень 4)

Психосоціальный фактор

Питання	Стресові бали				
	0	1	2	3	4
1. Напруженість праці					
2. Важкість праці					
3. Емоційна напруга					
4. Темп роботи					
5. Незадоволеність працею					
Підсумковий бал ризику					

Рівні ризику:
 1-5 балів, низький рівень ризику (рівень 1)
 6-10 балів, помірний рівень ризику (рівень 2)
 11-15 балів, високий рівень ризику (рівень 3)
 > 16 балів, дуже високий рівень ризику (рівень 4)

Фактор дискомфорту

Питання	Стресові бали				
	0	1	2	3	4
1. Кліматичний дискомфорт					
2. Акустичний дискомфорт					
3. Вібраційний дискомфорт					
4. Естетичний дискомфорт					
5. Сенсорний дискомфорт					
Підсумковий бал ризику					

Рівні ризику:
 1-5 балів, низький рівень ризику (рівень 1)
 6-10 балів, помірний рівень ризику (рівень 2)
 11-15 балів, високий рівень ризику (рівень 3)
 > 16 балів, дуже високий рівень ризику (рівень 4)

Індивідуальний фактор

1. Вік:
 < 46: +1
 46-55: +2
 > 55: +3

2. Індекс маси тіла:
 $IMT < 25: +1$
 $IMT 25-29.9: +2$
 $IMT > 30: +3$
 Вага (кг) / Зріст (м)² = Балл

3. Артеріальний тиск:
 120/80: +1
 130/90: +2
 140/100: +3

4. Частота серцевих скорочень:
 < 75: +1
 75-85: +2
 > 85: +3

5. Затримка дихання:
 > 40 сек.: +1
 30-40 сек.: +2
 < 30 сек.: +3

Рівні ризику:
 1-5 балів, низький рівень ризику (рівень 1)
 6-10 балів, помірний рівень ризику (рівень 2)
 11-15 балів, високий рівень ризику (рівень 3)
 > 16 балів, дуже високий рівень ризику (рівень 4)

Ергономічний фактор

+

Психосоціальний фактор

+

Фактор дискомфорту

+

Індивідуальний фактор

=

Загальна оцінка професійного ризику водія

Рівні професійного ризику

Мінімальний ризик:	< 23
Помірний ризик:	24-43
Високий ризик:	44-63
Нестерпний ризик:	> 64

Примітки

ПІБ водія _____

Тип транспортного засобу _____

Рис. 2.21 Чек-лист оцінки професійного ризику водія ВА

Друга – «Психосоціальний фактор» налічує п'ять запитань, які стосуються оцінки організації виробничого процесу, яка проводиться через призму сприйняття його водієм. Оцінювання може бути, як суб'єктивним, коли водій самостійно виставляє бали, виходячи з власного відчуття, так і об'єктивним при врахуванні даних отриманих при атестації робочих місць та наведених у відповідних картах умов праці. Поставлені питання були вибрані з Методичних рекомендацій для проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджених постановою Міністерства праці України і Головним санітарним лікарем України від 01.09.1992 № 41.

Третя – «Фактор дискомфорту» визначається через санітарно-гігієнічну оцінку умов праці водія [33, 34]. Також передбачено п'ять запитань, на які можна відповісти поставивши відповідну позначку, виходячи з проведеного аналізу дії шкідливих чинників на водія.

Четверта – «Індивідуальний фактор», який сприяє визначенню можливих аварійних ситуацій спричинених станом здоров'я водіїв. Його розрахунок базується на відомостях про вік, індекс маси тіла, артеріальний тиск, частота серцевих скорочень та затримка дихання. За основу для оцінки наведеного фактору брали дані для визначення інтегрального бального показника біологічного віку працівників, визначеного за методикою В.П. Войтенко, яка успішно застосовується для оцінки рівня стану здоров'я. Крім того, були використані рекомендації «Federal Motor Carrier Safety Administration» для проведення сертифікації водіїв з приводу виникнення аварійних ситуацій, які пов'язані зі станом здоров'я. Остання зона в чек-листі передбачена для підведення підсумків і встановлення загального рівня професійного ризику [35]. Отримані дані на основі заповненого чек-листа доцільно заносити і зберігати у базі даних.

Останній етап – це управління (корегування), тобто впровадження контролю за ефективністю запропонованих змін (Крок 4). Рекомендується впровадити програму моніторингу ефективності прийнятих рішень, спрямованих на покращення безпеки та комфорту працівників, для своєчасного внесення необхідних коригувань. Це можна здійснити за допомогою різноманітних методів, наприклад, шляхом оцінки рівня напруженості та інтенсивності роботи або фізичного навантаження за допомогою чек-

листів, що дозволяють оцінити вплив на верхні кінцівки (рис. 2.22, 2.23), заснована на: інтенсивності навантажень, частоті навантажень, тривалості навантаження, позі рук / зап'ястя та тривалості завдання на день. RSI покращує показник деформації 1995 року (SI), використовуючи безперервні [36].

Крок 1. Визначення небезпеки	Крок 2. Оцінка рівня ризику					Крок 3. Контроль ризику	
Фактори небезпеки	Рівень ризику					Результати	
	Ризик відсутній 1	Низький 2	Середній 3	Високий 4	Критичний 5	Фактичне значення	Визначений бал
НАВАНТАЖЕННЯ							
Величина зусилля у порівнянні з максимальним, %	1-20	21-40	41-60	61-80	> 80		
Сприйняття зусилля	Малопомітне	Очевидне	Значне	Важке	Дуже важке		
ТРИВАЛІСТЬ НАВАНТАЖЕННЯ							
Тривалість зусилля за одну робочу зміну, (годин/за зміну)	1-20	21-40	41-60	61-80	> 80		
ТЕМП РОБОТИ							
Частота зусилля, (кількість рухів за 1 годину)	< 10	10-15	16-29	30-59	> 60		
ПОТУЖНІСТЬ							
Швидкість виконання операцій у порівнянні з максимальною	< 50	50-60	60-70	70-90	> 90		
Сприйняття	Малопомітний ритм	Повільний ритм	Нормальний ритм	Напружений ритм	Нестерпний ритм		
ЧАС РОБОТИ							
Тривалість навантаження, (годин/за зміну)	< 1	1-2	2-4	4-6	> 6		
Сумарний бал							
Індекс напруженості праці							
<p>Загальна оцінка інтенсивності напруження визначається за формулою. За інтегральним показником визначаємо категорію важкості праці у відповідності:</p> $JSI = H + TH + TP + П + ЧР,$ <p>де H - навантаження; TH - тривалість навантаження; TP - темп роботи; П - потужність; ЧР - час роботи.</p> <p>Після розрахунку показника JSI отримаємо загальний індекс напруженості роботи, тлумачення якого здійснюється за допомогою відповідних критеріїв:</p> <ol style="list-style-type: none"> 18-27 балів - виробниче завдання ймовірно не призведе до виникнення професійних захворювань; 28-44 бали - виробниче завдання сприятиме поступовому розвитку професійних захворювань; 45-54 бали - виробниче завдання напевне викличе професійні захворювання. 							

Рис. 2.22 Чек-лист для визначення інтенсивності праці

Умови праці включають сукупність аспектів санітарно-гігієнічних, психофізіологічних, соціальних і естетичних елементів виробничого середовища, які мають прямий вплив на здоров'я та працездатність людини через накопичення втоми. Для розроблення заходів, спрямованих на запобігання зниженню працездатності,

виникненню професійних захворювань і випадків виробничого травматизму, необхідно об'єктивно оцінити вплив умов праці на людину.

Крок 1. Визначення небезпеки	Крок 2. Оцінка рівня ризику					Крок 3. Контроль ризику	
Визначте потенційні небезпеки на робочому місці водія за нижченаведеними факторами небезпек. Розгляньте фактори небезпек в контексті конкретних обставин на робочому місці водія	Для проведення оцінки ризику втомі водія, окремо визначається загальний рівень ризику втомі для кожного фактору небезпек. Визначте основні небезпеки робочого місця водія та оцініть рівень ризику для відокремлених факторів небезпек (Крок 1), використовуючи загальний показник ризику. При оцінці ризику: 1) розглянути взаємодію між факторами небезпек, які можуть вплинути на рівень ризику; 2) рівень ризику для кожного фактора небезпек є лише орієнтовним, то використовують конкретні обставини на робочому місці водія, які можуть вплинути на нього.					Якщо ідентифіковані небезпеки оцінюються як такі, що становлять низький/середній ризик, розгляньте можливість вжити заходи контролю, які зазначені у розділі 2.3.1 Кодексу практики. Робочий час.	
Фактори небезпек	Рівень ризику					Результати	
	Ризик відсутній 1	Низький 2	Середній 3	Високий 4	Критичний 5	Фактичне значення	Визначений бал
1.1 Кількість годин управління транспортним засобом за добу, год.	< 4	4-6	6-7	7-9	> 9		
1.2 Кількість годин управління транспортним засобом в неділю, год	< 35	35-40	40-45	45-50	> 50		
1.3 Робота водія підпорядкована чіткому зрозумілому графіку роботи	Повністю	У більшості випадків	Частково	Є певні ознаки	Графік відсутній		
1.4 Робочі зміни відбуваються (змінність)	Тільки в день	Тільки в вечірні часи	В денні і вечірні часи	Нерегулярна робота (нічні зміни)	В будь-який час непередбачено		
1.5 Кількість часу відпочинку між робочими змінами, доба (години)	2 доби	1 доба	14-15 годин	12-13 годин	< 12 годин		
1.6 Сезонність роботи водія	Влітку (нормальна температура)	Влітку (температура > 23 °C)	Восени/навесні	Взимку (нормальна температура)	Взимку (температура > -30 °C)		
1.7 Швидкість виконання завдання	Розслаблено	Повільно	Нормально	Прискорено	Напружено		
1.8 Монотонність праці: тривалість повторних операцій, с	> 100	31-100	20-30	10-20	5-10		
1.9 Кількість рухів за годину	< 250	250-500	500-750	750-1500	> 1500		
1.10 Напруженість праці. Непередбачено	Звичайна робота	Виконання нескладного (типového) завдання	Вирішення важких завдань	Вирішення важких завдань в умовах дефіциту часу	Особлива відповідальність, присутній дефіцит часу		
1.11 Концентрація уваги, тривалість зосередження, %	< 50	25-50	50-75	75-85	> 85		
1.12 Фізичне навантаження, кг*м/хв.	< 100	115-220	225-435	225-435	> 435		
1.13 Вібрація, ГДК	< ГДК	до 1,07 ГДК	до 1,17 ГДК	до 1,23 ГДК	до 1,44 ГДК		
1.14 Шум, дБ	< 68	68-75	75-80	80-90	> 90		
1.15 Освітленість	до 1,5 > ГДР	1-1,2 > ГДР	1,5-2 < ГДР	У 3 рази < ГДР	У 5 разів < ГДР		
1.16 Температура робочого середовища, °C	20-22	21-22/17-19	23-28/16-15	29-32/14-13	33-35/12-8		
1.17 Концентрація токсичних речовин, ГДК	< 0,8 ГДК	0,8-1 ГДК	1-2,5 ГДК	2,5-6 ГДК	> 6 ГДК		
Сумарний бал							
Важкість праці							
<p>Інтегральна оцінка важкості праці, яка передбачає визначення впливу різноманітних шкідливих факторів саме на втрату працездатності за наступною формулою: $I = 19,7x - 1,6x^2$, де x - середній бал всіх значущих шкідливих факторів на робочому місці, які можна проранжувати виходячи з таблиці. За інтегральним показником визначаємо категорію важкості праці у відповідності:</p> <ol style="list-style-type: none"> < 18 балів; 19-33 бали; 35-45 балів; 46-54 бали; 55-59 балів; > 59 балів. 							

Рис. 2.23 Чек-лист для визначення втомі працівників

З урахуванням цього, потрібно мати на увазі засоби якісної та кількісної оцінки, які забезпечать достатню об'єктивність і точність при визначенні впливу негативних умов праці на організм людини. З іншого боку, дана оцінка дозволить визначити

зростання продуктивності праці, економічну ефективність заходів, отриманих в результаті створення сприятливих умов для роботи працівників.

На основі матеріалів, отриманих у результаті соціально-економічних, психофізіологічних і медико-біологічних досліджень, проведених на багатьох підприємствах, а також вивчення та узагальнення вітчизняного досвіду та досвіду країн з розвиненими ринковими відносинами, розроблено чек-лист для оцінки накопичення втоми через визначення інтегральної оцінки важкості праці. При покращанні умов праці сповільнюється розвиток втоми у працівників і зменшується важкість праці, що в кінцевому результаті призводить до підвищення продуктивності праці.

Висновки за другим розділом

1. Транспортний процес ВАП в умовах гірничодобувного підприємства представлено за допомогою п'яти основних функцій: підготовки вантажних перевезень, подачі ВА, завантаження, перевезення та розвантаження в місці призначення. Визначено для кожної функції її мінливість виходячи з показників точності та своєчасності виконання та встановлені фактори, що впливають на надійність транспортного процесу (досвід, контроль, термін виконання, складність процесу, стрес, рівень підтримки), які можуть погіршити кінцевий результат – зменшення або втрату надійності транспортного процесу ВАП.

2. Встановлено, що найменш прогнозованими функціями транспортного процесу ВАП в умовах гірничодобувного підприємства є підготовка та транспортування вантажу, що пов'язано зі значною їх мінливістю та варіабельністю, а також зі значною кількістю виробничих завдань для відправки вантажу та високими вимогами замовників до якості транспортних послуг.

3. За допомогою "FRAM"-аналізу змодельована система елементарного транспортного процесу ВАП в умовах гірничодобувного підприємства з пункту завантаження до пункту розвантаження з внесеними елементами контролю за

психофізіологічним станом водія під час виконання транспортної роботи з перевезення вантажів.

4. Продемонстровано можливість прогнозування виконання ВАП на належному рівні. Кількісні оцінки надійності виконання завдання на належному рівні і ризику порушення графіку перевезення для сценаріїв 1 і 2 за умов проведення дистанційного контролю обчислені за формулами (2) і (3) і відповідно становлять $S1 = 0,6657$, $R1 = 0,3343$ і $S2 = 0,378$, $R2 = 0,622$. Вочевидь, ризик зменшується майже вдвічі. Відтак, запровадження посиленого контролю за виконанням транспортної задачі призведе до збільшення надійності і зменшення визначеної величини ризику.

5. Запропоновано для підвищення надійності і безпечності транспортного процесу і зменшення ймовірності виникнення ДТП посилити контроль за психофізіологічним станом водія, за рахунок запровадження електронних контрольних списків, чек-листів щодо визначення автоматичному режимі як фізичних, психофізіологічних параметрів стану здоров'я водія так і умов виконання професійної діяльності.

Список літературних джерел до 2 розділу

1. Hollnagel, E. (2012). FRAM, the Functional Resonance Analysis Method: Modeling Complex Socio-Technical Systems. *Ashgate Publishing, Ltd., Farnham*. 160 p. ISBN-13: 978-1409445517. Retrieved from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10111-012-0246-3>.
2. Salihoglu, E., Beşikçi, E.B. (2021). The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in a maritime accident: A case study of Prestige. *Ocean Engineering*, 219, 108223. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.108223>.
3. Clay-Williams, R., Hounsgaard, J., Hollnagel, E. (2015). Where the rubber meets the road: using FRAM to align work-as-imagined with work-as-done when implementing clinical guidelines. *Implementation Science*, 10, 125. <https://doi.org/10.1186/s13012-015-0317-y>.
4. Riccardo, P., Di Gravio, G., Costantino, F. (2017). A Monte Carlo evolution of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to assess performance variability in complex systems. *Safety Science*, 91, 49-60. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.07.016>.
5. Patriarca, R., Bergström, J., Di Gravio, G. (2017). Defining the Functional Resonance Analysis space: combining Abstraction Hierarchy and FRAM. *Reliability Engineering & System Safety*, 165, 34-46. <https://doi.org/10.1016/j.res.2017.03.032>.
6. Golinko, V., Cheberyachko, S., Deryugin, O., Tretyak, O., & Dusmatova, O. (2020). Assessment of the Risks of Occupational Diseases of the Passenger Bus Drivers. *Safety and Health at Work*, 11(4), 543-549. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.07.005>.
7. Borodina, N., Cheberiyachko, S., Deryugin, O., Tretyak, O., & Bas, I. (2021). Occupational risk assessment of passenger bus drivers. *Journal of Scientific Papers «Social Development and Security»*, 11(2), 81-90. <https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.2.8>.
8. Patriarca, R., DiGravio, G., Costantino, F. (2017). A Monte Carlo evolution of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to assess performance variability in complex systems. *Safety Science*, 91, 49-60. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.07.016>.

9. Чеберяко, С.І., Дерюгін, О.В. (2020). Ділимося міжнародним досвідом розробки програм безпеки дорожнього руху для виробничих компаній (Частина I). *Охорона праці і пожежна безпека*. 1(109). 2-12.

10. Чеберяко, С.І., Дерюгін, О.В. (2020). Ділимося міжнародним досвідом розробки програм безпеки дорожнього руху для виробничих компаній (Частина II). *Охорона праці і пожежна безпека*. 2(110). 2-7.

11. Директива Ради 89/391/ЄЕС «Про впровадження заходів, що сприяють покращенню безпечних і здорових умов праці працівників». Режим доступу: <https://www.rac.org.ua/uploads/content/274/files/directive89-391.pdf>.

12. Регламент Європейського парламенту і ради (ЄС) №561/2006 від 15.03.2006 р. «Про гармонізацію певного соціального законодавства стосовно дорожнього транспорту, внесення змін до регламентів Ради (ЄЕС) № 3821/85 та (ЄС) № 2135/98, і скасування Регламенту Ради (ЄЕС) № 3820/85». Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/go/994_761.

13. Офіційний сайт Work safe BC. *Create & manage a healthy & safe workplace*. Режим доступу: <https://www.worksafebc.com/en/health-safety/create-manage>.

14. Standard IEC 61882:2016 - Hazard and operability studies (HAZOP studies) - Application guide. 2016. Режим доступу: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/a77032db-bbf0-4270-9eb3-4ee5863317ee/iec-61882-2016>

15. Standard ISO 45000 Family occupational health and safety. 2018. Режим доступу: <https://www.iso.org/iso-45001-occupational-health-and-safety.html>.

16. Standard ISO 39001:2012 Road traffic safety management systems. - Requirements with guidance for use. 2018. Режим доступу: <https://www.iso.org/standard/44958.html>.

17. Standard IEC 31010: 2019 Risk management - Risk assessment techniques. 2019. 264 P. Режим доступу: <https://www.iso.org/standard/72140.html>.

18. Bochkovskiy, A.P. (2021). Elaboration of stochastic models to comprehensive evaluation of occupational risks in complex dynamic systems. *Journal of Achievements in*

19. Standard IEC 60812:2018 Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA). 165 p. Режим доступу: <https://webstore.iec.ch/publication/26359>.

20. Чеберячко, Сергій, Чеберячко, Ю, Дерюгін, О., Третяк, О., Бас, І. (2022). Оцінка впливу психофізіологічного стану водія на безпеку пасажирських автомобільних перевезень. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*, 1(18), 5-14. <https://doi.org/10.36910/automash.v1i18.755>.

21. Standard IEC 31010: 2019 Risk management - Risk assessment techniques. 2019. 264 P. Режим доступу: <https://www.iso.org/standard/72140.html>.

22. ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-2:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 2. Основний метод визначення повторюваності і відтворюваності стандартного методу вимірювання (ГОСТ ИСО 5725-2-2003, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2006, 51 с. Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84968.

23. Faramarzi, F., Mansouri, H., & Farsangi, M.A.E. (2014). Development of rock engineering systems-based models for flyrock risk analysis and prediction of flyrock distance in surface blasting. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 47(4), 1291-1306. <https://doi.org/10.1007/s00603-013-0460-1>

24. Ghaeini, N., Mousakhani, M., Amnieh, H.B., & Jafari, A. (2017). Prediction of blasting-induced fragmentation in Meydook copper mine using empirical, statistical, and mutual information models. *Arabian Journal of Geosciences*, 10(18), 23-28. <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3189-4>

25. Yari, M., Bagherpour, R., & Jamali, S. (2017). Development of an evaluation system for blasting patterns to provide efficient production. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 28(4), 975-984. <https://doi.org/10.1007/s10845-015-1036-6>.

26. Sparacino, A.R. (2012). Design and Simulation of a DC Electric Vehicle Charging Station Interconnected with a MVDC Network. University of Pittsburgh

27. Sparacino, A.R., Grainger, B.M., Kerestes, R.J., Reed, G.F. (2012). Design and Simulation of a DC Electric Vehicle Charging Station Connected to a MVDC Infrastructure. Energy Conversion Congress and Exposition, pp. 1168-117528.

29. Zhang, Y., Qi D., Jiang, W., Lei, S. (2016). Optimal Allocation of Charging Station for Electric Vehicle Based on Queuing Theory. *Promet-Traffic & Transportation*, 28(5), 497-505

30. Вигінський, В., Чумакова, Н. (2005). Управління ризиками. Шляхи узаконення. *Охорона праці*. 2. 4-8.

31. Bureau of Transportation Statistics. Chapter 4. Transportation System Performance. 2017 [cited 2021 Dec 1] Retrieved from: https://www.bts.gov/archive/publications/transportation_statistics_annual_report/2016/chapter_4.

32. Baratian, F., Ahmadianyazdi, H. Recommendation of a New Transit Performance Measure in the National Transit Database. *Journal of Public Transportation* 2017;20(2):90-102. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.20.2.5>.

33. Hollnagel, E. FRAM, the Functional Resonance Analysis Method: Modelling Complex Socio-technical Systems. Ashgate Publishing Ltd. 2012. 142 p. ISBN 1409445518. Retrieved from: https://books.google.com.ua/books/about/FRAM_the_Functional_Resonance_Analysis_Method?id=bMfVCQAAQBAJ&redir_esc=y.

34. Duan, G, Tian, J, Wu1, J. Extended FRAM by Integrating with Model Checking to Effectively Explore Hazard Evolution. *Mathematical Problems in Engineering* 2015;196107. <https://doi.org/10.1155/2015/196107>.

35. Anvarifar, F., Voorendt, M., Zevenbergen C., Thissen, W. An application of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to risk analysis of multifunctional flood defences in the Netherlands. *Reliability Engineering & System Safety* 2017;158:130-141. <https://doi.org/10.1016/j.res.2016.10.004>.

36. Hosseinnia, B., Haugen, S., Khakzad, N., Paltrinieri, N. Integrating FRAM with Dynamic Graph Approach for Risk Analysis during Maintenance Operation. Conference

ESREL2020 PSAM15. Venice, Italy. 2020. https://doi.org/10.3850/978-981-14-8593-0_5759-cd.

37. Deryugin, O. V., Cheberyachko, S. I. Substiation of truck selection in terms of minimizing psychophysiological stress on a driver. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 2015;3(75):15-22. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.42127>. [In Ukrainian].

38. Golinko, V., Cheberyachko, S., Deryugin, O., Tretyak, O., Dusmatova, O. Assessing risks of occupational diseases in passenger bus drivers. *Safety and Health at Work* 2020;11(4):543-549. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.07.005>.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ ВОДІЇВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ОБСЛУГОВУВАННІ СПЕЦІАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ТА РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЇХ ЗМЕНШЕННЯ

3.1 Оцінювання професійного ризику водіїв

В результаті проведеного аналізу інформаційних джерел [1-8] з опису найбільш розповсюджених аварійних ситуацій з вантажними автомобілями (далі - ВА) САТ, які забезпечують технологічний процес на ГП, які вибірково наведені у **табл. 3.1**, були ідентифіковані небезпеки і небезпечні ситуації та виявлені основні причини інцидентів, виходячи з причинно-наслідкових зав'язків розвитку подій методом "HAZOP", до яких відносять:

- людську помилку через втрату уваги, що пов'язана з відволікаючими діями чи втомою водія під час керування ВА;
- відмову технічних систем ВА, які пов'язані з недоліками конструкції чи невідповідним технічним обслуговуванням, чи експлуатацією ТЗ;
- дорожніми умовами, які пов'язані із формуванням дорожнього полотна, уступів, поворотів, кутів підйому, електромереж та інших інфраструктурних об'єктів, які можуть обмежувати рух, видимість чи процедури навантаження-розвантаження ВА.

Однак, метод "HAZOP", який базується на використанні п'яти ключових слів не дозволяє при оцінці ПР враховувати зазначену складову - можливості проведення моніторингу небезпек. Наприклад, рівень ПР виникнення ДТП через наявність обмеженої видимості чи впливу складних погодних умов розрахований за методом "HAZOP" є низьким. Однак, його оцінка за двома критеріями важкості наслідків та ймовірність настання інциденту буде неповною без урахування рівня можливості моніторингу підготовки водія, досвіду та психофізіологічного стану під час

керування ТЗ, що підвищує ймовірність людської помилки, незважаючи на наявність гарного технічного стану автомобільної системи.

На жаль, психологічний стан водія складно прогнозувати, бо він може змінюватись з різних причин: настрою, емоційного забарвлення, умов праці, добробуту, навантаження, ритму роботи та інше. Загалом, організаційна культура на підприємстві суттєво впливає на його функціонування та формується з різних складових, які утворюють її цілісність. Вона охоплює різні аспекти, такі як ризики, навчання, бізнес-процеси, управління людськими ресурсами, атмосферу на підприємстві, внутрішню і зовнішню інтеграцію, а також різноманітні органічні та механістичні процеси. Ця культура створює систему взаємних зобов'язань і компромісів, яка допомагає уникнути конфліктів між різними процесами та функціями, а також адекватно реагувати на внутрішні та зовнішні виклики. Важливими елементами організаційної культури є загальна або індивідуальна мова та знання, прийняті технічні рішення, спільні цінності, погляди, а також різні явні та приховані символи, спільний досвід, соціальні звичаї та норми. Для більш глибокого розуміння цього поняття необхідно вивчати соціально-психологічні явища, що мають місце на підприємстві: взаємини між працівниками, переконання, політичні та соціальні аспекти, а також взаємозв'язки між групами.

При оцінці ризику психологічного стану водія пропонується проводити "моніторинг", за допомогою методу "FMEA", через заміну показника "виявлення дефекту" [10], на визначення "можливості встановлення" - певного психофізіологічного стану водія під час керування ТЗ.

Проведений аналіз причин виникнення ДТП показав, що наявність небезпеки під час руху ТЗ, яка зумовлена як внутрішніми так і зовнішніми чинниками, в більшості випадків є лише одним із елементів впливу, який призводить до транспортного інциденту. В більшості випадків ДТП відбувається у разі виконання наступної умови:

$$\text{"ДТП"} = \text{"Небезпека"} + \text{"Взаємодія"} + \text{"Каталізатор"}, \quad (3.1)$$

Таблиця 3.1 Результати групування небезпек транспортного процесу ВАП САТ в умовах ГП методом "HAZOP" (фрагмент)

Параметр	Ключове слово	Небезпеки	Небезпечна подія	Важкість наслідків	Частота виникнення	Ризик	Запобіжні дії	Посилання
Швидкість ВА	Більше	Важкість керування ВА, неможливість ідентифікувати якість дорожнього полотна, дорожні знаки	З'їзд ВА з дорожнього покриття, його перекидання, виникнення аварійної ситуації	IV Життя і здоров'я водія, пошкодження ТЗ, втрата вантажу, пошкодження дорожнього полотна, більша витрата пального	D	В	Застосувати елементи контролю за швидкістю руху ВА	[1-8]
Технічний стан ВА	Менше	Несправність механічних, електричних, гідравлічних компонентів ВА	Несправний стан ВА, неможливість встановити стояне гальмо, нездатність опустити кузов ВА, відсутність освітлення		C	С	Застосувати елементи контролю за технічним станом ВА	[3]
	Частина	Недотримання процедури обслуговування, порушення режиму заміни вузлів і елементів ВА			B	Н		[4, 9]
Видимість	Менше	Несправність системи освітлення, неможливість ідентифікації небезпек під час руху ВА	З'їзд ВА з дорожнього покриття, його перекидання, аварійна ситуація		B	Н	Застосувати елементи контролю за системою освітлення ВА	[2, 5]
	Інше	Рух в зоні біля потужної електромережі	Удар електричним струмом, пошкодження електронних систем, електричної мережі, аварійна ситуація		B	Н	Застосувати елементи контролю за маршрутом руху ВА	[3, 4]
Стан дороги	Інше	Порушення дорожнього покриття, нерівномірність покриття	Поломки ходової частини, перекидання кар'єрного самоскиду, аварійна ситуація		B	Н	Застосувати елементи контролю за дорожнім покриттям	[6]

де "*Небезпека*" - потенційно небезпечне явище, яке може завдати шкоди людині (погодні умови, стан доріг, поломка ВА); "*Взаємодія*" - сумісна дія суб'єкта з об'єктом при якій результат дії одного з них може призвести до небезпечного стану; "*Каталізатор*" - певне явище, що приводить в рух подію.

Неможливо потрапити в ДТП, якщо не існує всіх трьох наведених елементів. Звісно, щоб захистити водія ВА від аварії, як правило, найпростіше усунути складову - "*взаємодію*", тобто відмовитись від виконання транспортної роботи. Складніше усунути складову - "*небезпеку*", особливо, якщо вона пов'язана з зовнішніми чинниками (погодними умовами, іншими учасниками дорожнього руху, станом доріг та ін.). Однак, найскладніше передбачити і складову - "*каталізатор*", який пов'язаний з психофізіологічним станом водія, що може змінюватись через різні сценарії розвитку подій під час керування ВА. Наприклад, якщо поставити питання стосовно збільшення кількості аварійних ситуацій під час управління ТЗ в умовах обмеженої видимості, чи складних погодних умовах, то для відповіді на нього потрібна додаткова інформація про підготовку, досвід та психофізіологічний стан водія, щоб порахувати величину ризику виникнення ДТП.

Проаналізуємо різні сценарії розвитку подій під час керування ВА для визначення значення терміну "*каталізатор*".

До поширених ситуацій які можуть призвести до зіткнення ВА відносять:

- об'їзд перешкоди, яка розташована на проїжджій частині, що вимагає швидкої реакції водія;

- втрату уваги на перехрестях, що пов'язана з відволікаючими діями водія під час керування ВА;

- проведення маневру обгону ВА з виїздом на зустрічну смугу, що потребує чіткого розуміння водієм технічних можливостей як власного так і зустрічного ТЗ, а також відповідного емоційного стану;

- відмову технічних систем ВА, що потребує відповідного контролю за емоційним станом водія і чіткого алгоритму зупинки ТЗ;

- наїзд на пішохода в наслідку недостатньої видимості або запізнення реакції гальмування на його появу на проїжджій частині дороги.

Визначення найбільш впливового психофізіологічного стану водія ВА, який найімовірніше призведе до виникнення ДТП методом "FMEA", із застосуванням методу експертних оцінок наведено в табл. 3.1, і 3.2. Дані експертів, що приймали участь у дослідженнях наведені у табл. 2.9. Визначення факторів небезпеки, які наведені в зазначених таблицях проведено на підставі аналізу [11-14]. З аналізу проведених розрахунків можна зробити висновок, що найвищий рівень ПР, включаючи загрозу здоров'ю та життю водія ВА:

- ПР, який пов'язаний з психофізіологічним напруженням, яке обумовлене тим, що ВА є ТЗ підвищеної небезпеки, прояв страху, тривоги, сумнів, невпевненості керування;

- виконанням дискретної роботи, яка пов'язана з частими змінами початку руху і зупинками (скупчення великої кількості автомобілів, світлофорне регулювання та ін.);

- зміною психофізіологічного стану в наслідку керування ВА в умовах нав'язаного темпу і дефіциту часу (виконання графіку руху);

- прояви втоми від тривалого керування ВА без відпочинку.

Це дає змогу розробити профілактичні заходи, які підвищать безпеку ВАП САТ в умовах ГП. На рис. 3.1, наведена діаграма профілю ПР водія ВА.

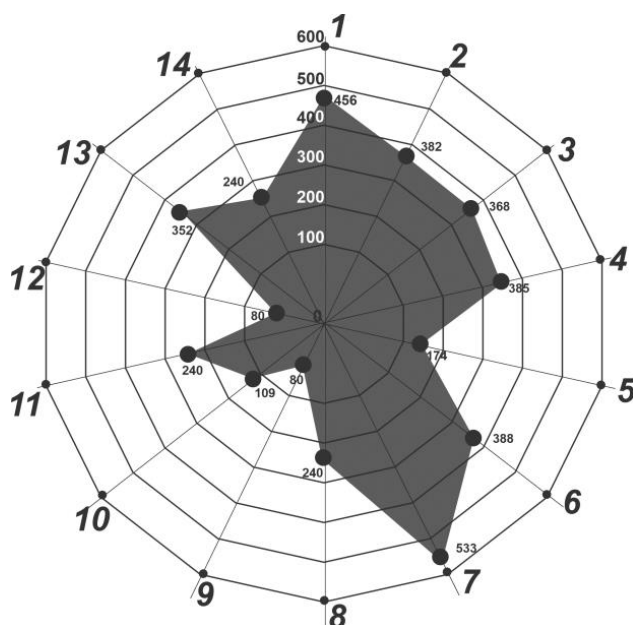


Рис. 3.1 Діаграма профілю ПР водія ВА, цифри від 1 до 14 відповідають факторам небезпеки виникнення/порушення ДТП, наведених в табл. 3.2, 3.3

Табл 3.2 Результати експертної оцінки небезпечних дій водія ВА

№ п/п	Фактор небезпечно порушення ПДР або виникнення ДТП	Критерії оцінювання експертами														
		Відмова					Наслідки					Серйозність				
		Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Експерт 5	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Експерт 5	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Експерт 5	
1.	Психофізіологічне напруження, обумовлене тим, що ПА є ТЗ підвищеної небезпечно., прояв страху, тривоги, сумнів, невпевненості	6	7	7	7	7	8	9	9	8	9	8	8	7	8	8
2.	Виконання дискретної роботи, яка пов'язана з частими змінами початку руху і зупинками (скупчення великої кількості автомобілів, світлофорне регулювання та ін.)	5	6	6	7	7	9	9	9	8	9	7	7	7	8	6
3.	Зміна психофізіологічного стану в наслідку керування ПА в умовах нав'язаного темпу і дефіциту часу (виконання графіку руху)	7	7	6	6	7	9	9	9	9	9	7	7	6	6	5
4.	Зміна психофізіологічного стану в наслідку темпераменту характеру водія ПА	6	5	6	7	7	8	8	9	8	9	8	6	7	8	8
5.	Результати впливу шкідливих виробничих чинників під час керування ПА на психофізіологічний стан водія	2	4	5	3	3	8	8	8	8	8	7	6	6	7	6
6.	Зміна психофізіологічного стану в наслідку почуття високої відповідальності за життя пасажирів	3	8	7	6	5	8	9	9	9	9	7	8	8	7	8
7.	Прояви втоми від тривалого керування ПА без відпочинку	6	8	8	7	7	9	8	9	9	8	9	9	9	7	9
8.	Погіршення психомоторних реакцій на зміну інтенсивності дорожнього руху	5	6	5	4	4	8	8	7	8	8	6	7	6	7	6
9.	Прояв втоми від монотонних рухів і знаходження одноманітній робочій позі впродовж тривалого часу	3	3	3	3	3	7	7	9	7	9	3	4	3	2	5
10.	Зміна емоціонального настрою в наслідку постійного і високого ступню готовності до дій при несподіваній зміні дорожньо-транспортної обстановки	3	6	3	3	3	6	7	5	9	9	4	4	4	4	5
11	Втрата концентрації уваги в наслідку нерівномірності надходження інформації	5	6	5	4	4	8	8	7	8	8	6	7	6	7	6
12	Незадоволеність умовами комфорту на робочому місці	3	3	3	3	3	7	7	9	7	9	3	4	3	2	5
13	Зміна психофізіологічного стану в наслідку активного пошук відсутньої інформації при керуванні ПА в умовах поганої видимості (вночі, у тумані, у дощ, у снігопад).	8	6	6	7	6	6	7	5	9	9	7	7	8	8	7
14	Зміна психофізіологічного стану в наслідку відсутності у водія ПА впевненості в тому, що в наступний момент з'явиться задалегідь відомий елемент і виникне задалегідь відома дорожня обстановка.	5	6	5	4	4	8	8	7	8	8	6	7	6	7	6

Отже, для визначення ПР настання небезпечної події - з'їзд ВА з дорожнього покриття, його перекидання необхідно встановити важкість наслідків, які будуть досить суттєвими - втрата життя і здоров'я водія. При чому ймовірність виникнення такої ситуації відповідно до статистичних даних, які опрацьовуються експертами з різних джерел інформації, визначається високою через складність ідентифікувати якість дорожнього полотна, дорожніх знаків. В той же час, небезпекою аварійної ситуації, а значно підвищує величину ПР, можуть бути декілька психофізіологічних станів водія (табл. 3.3), серед яких, експерти найбільш впливовим виділяють: емоційний стан водія через конфлікти, непорозуміння, високу відповідальність, що визначається організаційною культурою на ГП.

Видно, що ймовірність виникнення ДТП залежить від різних психологічних факторів. Експерти, що базуються на результаті проведених поведінкових аудитів для виявлення небезпечних дій або ситуацій, аналізують прояв різних рис характеру

водіїв, їх компетенцію, ставлення до виконання вимог нормативних документів, стан здоров'я та умов праці за допомогою бальної системи, щоб визначити, який показник найбільше впливає на кінцевий результат.

Таблиця 3.3 Приклад з оцінки рангу пріоритету ПР аварійної ситуації методом "FMEA"

Елемент, що оцінюється	Небезпечна подія	Важкість наслідків		Ймовірність виникнення/взаємодія		Виявлення психологічного стану		("RPN"="S"×"O"×"D")
		Опис симптомів	"S"	Опис виникнення	"O"	Опис психологічних впливів	"D"	"RPN"
Безпека перевезень, «Видимість»	З'їзд кар'єрного самоскида з дорожнього покриття, його перекидання, аварійна ситуація	Життя і здоров'я водія, пошкодження ТЗ, втрата вантажу, пошкодження	9	Важкість керування ВА, неможливість ідентифікувати якість дорожнього полотна, дорожніх знаків	4	Психофізіологічне напруження, обумовлене тим, що ВА є ТЗ підвищеної небезпеки., прояв страху, тривоги, сумнів, невпевненості (характерно для початківців)	5	180
						Поспіх, втрата уваги через керування ВА в умовах нав'язаного темпу і дефіциту часу, порушення графіку руху із-за збоїв проведення НРР, темпераменту чи емоційного забарвлення	7	252
						Втома, втрата уваги через недоліки режиму праці відпочинку, наявності шкідливих чинників, відсутності комфорту на робочому місці	7	252
						Емоційні прояви, відволікання через конфлікти, непорозуміння, високу відповідальність	8	288
						Зміна психофізіологічного стану в наслідку темпераменту характеру водія ВА	5	180

Такий підхід, на відміну від існуючих, широко застосовується для виявлення потенційних небезпек і встановлення причино-наслідкових зв'язків з появою аварійної ситуації, і дозволяє врахувати саме психофізіологічний стан конкретного водія під час керування ВА. Тобто, внаслідок проведеної оцінки продуктивності, буде отриманий результат для кожної виробничої одиниці, а не просто середнє значення за технологічним циклом. Такий підхід дозволяє впроваджувати конкретні інструменти або запобіжні заходи, спрямовані на досягнення максимально можливого бажаного результату.

З аналізу отриманих результатів (табл. 3.3) можна зробити висновок, що найвищий рівень настання аварійної ситуації відбувається через емоційні прояви, які пов'язані з взаємовідносинами між співробітниками, наявністю підтримки керівництва, психологічної допомоги, вирішення конфліктних ситуацій та інше. Все вище описане визначає організаційну культуру на ГП, що в кінцевому результаті формує соціальну поведінку людини. Для кращого розуміння цих взаємозв'язків скористаємось спеціальним шаблоном під назвою "iCue" розробленим професором Р. Лонгом, який враховує не тільки фізичні небезпеки, які діють на водія, але й психологічні і навіть соціальні фактори, які взаємопов'язані між собою (рис. 3.2) [15]. В подальшому такий підхід дозволяє більш детально прописати запобіжні заходи і контрольні показники для підвищення рівня безпеки (табл. 3.4).

Більшість світових ГП для зменшення аварійних ситуацій впроваджують програми безпеки дорожнього руху, які базується на трьох кроках: плануй, дій, перевіряй, що відповідає вимогам стандарту [16]. Обов'язковою складовою цих програм є оцінка ПР, яка включає ідентифікацію небезпек, які притаманні технічними ТЗ, водієві і дорожнім умовам. При цьому, відповідно до вимог стандарту [17] величина ПР розраховується як добуток ймовірності виникнення небезпечної ситуації до важкості наслідків. Такий підхід при визначенні ризику настання аварійної ситуації при управлінні ТЗ призводить до помилок у розрахунках, У запропонованому підході, на основі відомого методу "FMEA" вдалось врахувати вище згадану складову, що і є його основною відмінністю.

Тобто, "можливість виявлення психофізіологічного стану водія" у вказаному методі замінив показник "виявлення дефекту" відповідно до класичного підходу. Однак, виникає питання, що саме рахувати причиною, оскільки існує принаймні п'ять основних причин аварійних ситуацій.

Таблиця 3.4 Розробка рекомендацій щодо запобіжних заходів для поліпшення транспортного процесу перевезення вантажів ВА на ГП

Чинники	Сильні сторони	Виклики	Загрози	Запобіжні заходи	Показники
Виробничі	Проводиться оцінка ПР водія під час транспортування вантажу. Забезпечується його навчання, допомога в підготовці до рейсу. Діє система моніторингу за санітарно-гігієнічними, ергономічними показниками. Підтримка і обслуговування ВА	Порушення технологічного процесу, не включення стандартів безпеки до профілів роботи водіїв. Несвоєчасне доставлення здобутої гірської породи до місця розвантаження через аварійні ситуації, що викликані дорожніми умовами, прорахунками у маршруті, технічним станом ВА	Життя і здоров'я водія, пошкодження ТЗ, втрата вантажу, пошкодження дорожнього полотна, більша витрата пального	Розробити внутрішні стандарти безпеки відповідно до виробничих завдань, передбачити контроль за транспортуванням вантажів за допомогою процедури "Trip Check" та встановленими системами попередження про виїзд на зустрічну смугу	Кількість виконаних процедур для підтримки системи запобігання інциденту або ДТП
Психологічні	Контроль професійного допуску водія; контроль психофізіологічного стану водія, психологічна підтримка під час виконання професійної діяльності	Помилки під час управління ВА через накопичення втоми водіїв, стресового навантаження через наявність підвищеної небезпеки перевезення вантажів прояв страху, тривоги, сумніву, невпевненості, втрата концентрації уваги під час управління ВА через погіршення психомоторних реакцій	Розвиток професійного вигорання водіїв, поява соматичних хвороб через збільшення стресової напруги	Удосконалення системи мотивації працівників через запровадження системи заохочення до сумлінного виконання професійного завдання	Система контролю за часом взаємодії людино-машинних систем
Соціальні	Керівництво ГП бере активну участь у процесі управління безпекою, забезпечує підтримку й допомогу працівникам, сприяє налагодженню взаємодії між працівниками, проводить моніторинг соціального задоволення професійною діяльністю водіїв	Конфліктні ситуації, мобінг, інклюзія	Розвиток апатії, розчарування в колегах, прояви депресії, зловживання психотропними речовинами, відсутність цілей, погіршення життєвого рівня	Забезпечити різноманітність виробничих завдань, посилення моніторингу за станом здоров'я працівників завдяки використанню цифрових технологій, підтримання добробуту сімей водіїв	Система контролю за каталізаторами які впливають на рівень культури безпеки на ГП

Тому було прийняте рішення при оцінці будь-якої виявленої небезпеки, що притаманна ТЗ, чи водієві, чи дорожнім умовам оцінювати ПР з урахуванням кожної можливої виявленої причини. Оскільки поєднання вказаних складових, може призвести до різних результатів в елементах системи "ВАДС" (рис. 3.2). Аналіз отриманих результатів для умовного ГП, дозволяє виявити прогалини у системі безпеки дорожнього руху.

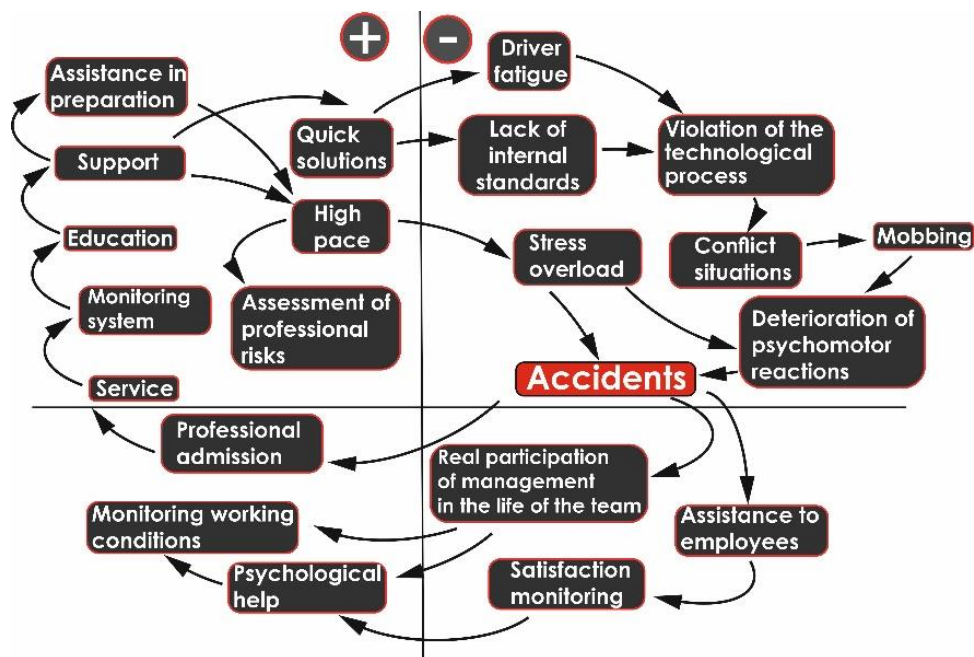


Рис. 3.2 Картка "iCue" для встановлення взаємозв'язків між різними чинниками в системі управління транспортним процесом на ГП

Виявлені небезпеки без урахування психофізіологічної складової, соціальної взаємодії не дозволяють виявити вказані взаємозв'язки, які за певних умов можуть значно погіршити ситуацію і збільшити вірогідність настання небезпечної події. Отже, наступною ключовою особливістю запропонованого підходу є встановлення взаємозв'язків між різними факторами в системі управління транспортним процесом на підприємстві, що дозволяє визначити запобіжні заходи й контрольні показники, враховуючи рівень культури, а не лише величину ризику. Це, у свою чергу, дозволить ефективніше планувати ресурси, визначати дії, відповідальних осіб, контрольні терміни та відстежувати виконання поставлених завдань.

Без дотримання заходів безпеки дорожнього руху неможливо зменшити травматизм, що виникає внаслідок ДТП. Загалом, ДТП стають результатом

недостатньої кваліфікації водіїв, необережності та невміння організувати безпечний рух, що є складною проблемою, вплив на яку можна зменшити шляхом підвищення рівня обізнаності учасників дорожнього руху.

Так, більшість світових транспортних компаній для вирішення розглянутого питання впроваджують різні системи управління безпекою руху (програми), які базуються на трьох кроках: планууй, дій, перевіряй, що відповідає вимогам стандарту [18].

Ідентифікація ризиків, пов'язаних з керуванням автомобілем, та оцінка пов'язаних з ними потенційних небезпек є ключовими етапами у плануванні безпеки дорожнього руху. Ці кроки допомагають визначити пріоритети для впровадження відповідних заходів з безпеки. Початковий етап полягає у формуванні розуміння у водія важливості передбачення можливого розвитку подій, за яким визначаються інструменти, які допоможуть уникнути аварійних ситуацій або принаймні знизити ризики. Це в свою чергу дозволить спланувати ресурси, дії, визначити відповідальних осіб, контрольні дати та відстежити виконання поставлених завдань.

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що отримання водійського посвідчення є недостатньою умовою для безпечного керування транспортним засобом. Необхідно також перевірити, принаймні, три показники: ставлення, поведінку та розуміння небезпек, з якими водій зіткнеться при керуванні транспортним засобом, а також його здатність їх уникнути. Для цього рекомендується впровадити програму контролю за ефективністю рішень, спрямованих на покращення безпеки та комфорту водіїв транспортних засобів, для своєчасного внесення коригувальних заходів на основі оцінки напруженості та інтенсивності роботи.

3.2 Оцінювання ергономічного ризику водія

Спочатку були визначені фізіологічні показники стану здоров'я водія ВА (артеріальний тиск систолічний, частота серцевих скорочень, затримка дихання, індекс маси тіла) (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 Показники основних фізіологічних тестів у водіїв ВА

Кількість випробувачів у групі	Стаж, роки	Середній вік, роки	Артеріальний тиск систолічний, мм рт. ст.	Затримка дихання водієм, с	Індекс маси тіла	Частота серцевих скорочень, уд./с
3	5-10	31,4±0,9	121,4±2,6	38,9±3,5	42,2	73,6
4	10-15	35,5±1,4	133,1±3,2	37,3±2,1	45,3	81,3
3	більше 15	42,4±0,7	134,8±2,5	35,6±2,3	56,1	80,6

Наступним кроком були проаналізовані умови праці водіїв ВА в кабінах відповідних моделей ВА, за результатами проведених атестацій робочих місць (табл. 3.6).

Одночасно водії заповнювали таблички з оцінювання психосоціального та гігієнічного факторів, які потім уточнювали, виходячи з інструментальної перевірки. На останок, за зробленими декількома фотографіями робочої пози водіїв проводилась оцінка ергономічного фактору (рис. 3.3).

Зібрані дані дозволили провести оцінку професійного ризику водіїв, за допомогою розробленого чек-листа (рис. 3.4). В результаті були отримані рівні ПР водіїв, які наведені в табл. 3.7.

Необхідність оцінки ПР водіїв ВА виникла у зв'язку із запровадженням в Україні «Концепції реформування системи управління охороною праці на основі ризик-орієнтованого підходу», яка знайшла своє відображення в «Національній програмі поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища».

Таблиця 3.6 Результати вимірювання показників шкідливих виробничих факторів, що діють на водія ВА

№ п/п	Показник	Модель ВА			ГД К
		Модель ВА №1	Модель ВА №2	Модель ВА №3	
Рівні шумового навантаження на робочому місці					
1.	Рівень звукового тиску в октанових полосах з середньо геометричними частотами, Гц	78,7±0,55	79,5±0,45	80,6±0,8 4	73
Мікрокліматичні умови на робочих місцях					
2.	Температура повітря, °С	холодний період року: +2 - +29			+17..+23
		теплий період року: +27 - +30			+18..+27
	Відносна вологість, %	холодний період року: 16 - 78			75
		теплий період року: 20 - 86			65
Рівні концентрації пилу в просторі робочого місця водія ВА, мг/м ³					
3.	- в зоні дихання водія	7,29±0,35	7,86±0,43	10,43±0,51	6
	- біля підлоги	3,11±0,27	4,49±0,42	5,76±0,48	
Рівні концентрації шкідливих хімічних речовин					
4.	Рівень концентрації шкідливих речовин, мг/м ³	Оксид азоту			
	- в зоні дихання водія	2,1±0,5	2,2±0,4	2,4±0,3	5
	- біля підлоги	1,9±0,2	2,1±0,2	2,5±0,4	
	Рівень концентрації шкідливих речовин, мг/м ³	Оксид вуглецю			
	- в зоні дихання водія	7,8±1,4	12,3±1,4	18,6±2,1	20
	- біля підлоги	7,2±1,1	11,2±1,1	15,7±1,9	
Рівні вібраційного навантаження					
5.	Скореговане значення вісь - Z ₀	75,8	80,5	77	65
	Мінімальні і максимальні значення вісь - Z ₀	70-80	73-90	74-89	107
	Скореговане значення осі - X ₀ , Y ₀	71,8	85	86,3	62
	Мінімальні і максимальні значення осі - X ₀ , Y ₀	68,5-76,0	77-93	74-97	116

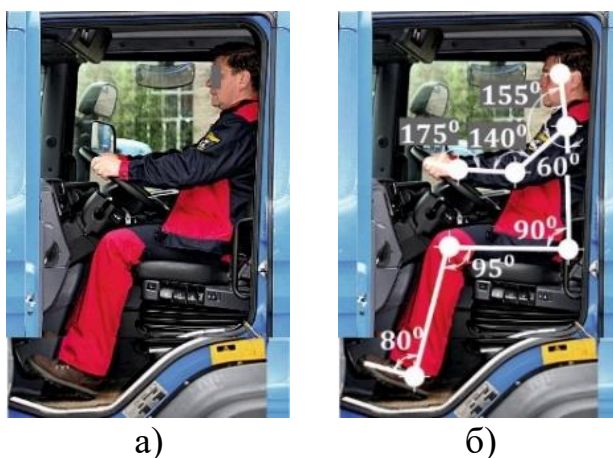


Рис. 3.3 Вигляд робочого місця водія для оцінки ергономічного фактору:
а) розташування водія в кабіні ВА; б) розташування водія в кабіні ВА з нанесеною структурою тіла

Ергономічний фактор

Крок 1. Передпліччя

 Коригування:
 Висутність регулювання керма: +1
 Висутність опори для відпочинку руки: +2
2

Крок 2. Зап'ястя

 Коригування:
 Висотності сидіння: +1
2

Крок 3. Плече

 Коригування:
 - Якщо плече відхилити: +1
 - Якщо людина робить нахил: +1
 - Якщо плече відведено назад: +1
3

Крок 4. Оцінка навантаження на руку
 Навантаження < 1 кг (але): +0
 Навантаження 1-4 кг (середні): +1
 Навантаження > 4 кг (високі): +2
1

Крок 5. Сума балів оцінювання положення плеча, передпліччя і зап'ястя
 Загальна оцінка групи "А"
5

Крок 6. Положення тулубу

 Коригування:
 - Якщо тулуб скручений: +1
 - Якщо тулуб нахилено у бік: +1
1

Крок 7. Положення голови

 Коригування:
 - Якщо голова повернута в бік: +1
 - Якщо голова нахилена у бік: +1
1

Крок 8. Розташування ноги

3

Крок 9. Загальна сума балів групи "В"
 Таблиця В

Голова	Тулуб											
	1			2			3			4+		
1	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
3	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5
4	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6
5	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7

4

Крок 10. Вібрація
 Мінімальний рівень вібрації: +0
 Помірний рівень вібрації: +1
 Високий рівень вібрації: +2
1

Крок 11. Підняття вантажу
 Висутність: +0
 Присутність: +1
0

Крок 12. Сума балів оцінювання положення тулубу, голови та шиї
 Загальна оцінка групи "В"
5

Крок 13. Сумарна оцінка усього тіла
 Загальна сума балів за кроками 5-12.
 Таблиця С

Загальна оцінка групи "А"	Загальна оцінка групи "В"							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	3	4	5	6	7	8
2	2	3	4	5	6	7	8	9
3	3	4	5	6	7	8	9	10
4	4	5	6	7	8	9	10	11
5	5	6	7	8	9	10	11	12
6	6	7	8	9	10	11	12	13
7	7	8	9	10	11	12	13	14
8	8	9	10	11	12	13	14	15
9	9	10	11	12	13	14	15	16

9

Крок 14. Тривалість виконання транспортної роботи
 Тривалість виконання транспортної роботи менш ніж 4 години на добу: +0
 Тривалість виконання транспортної роботи більш ніж 4 години на добу: +1
 стаж керування > 15 років: +2
2

Крок 15. Загальна оцінка ергономічного ризику
 Використовуючи дані таблиці "С", суму балів за кроком 13, з урахуванням показника тривалості виконання транспортної роботи (крок 14).
11

Рівні ризику:
 1-5 балів, низький рівень ризику (рівень 1)
 6-10 балів, помірний рівень ризику (рівень 2)
 11-14 балів, високий рівень ризику (рівень 3)
 > 15 балів, дуже високий рівень ризику (рівень 4)

Психосоціальний фактор

Фактор дискомфورتу

Питання	Стресові бали				
	0	1	2	3	4
1. Напруженність праці			✓		
2. Важкість праці				✓	
3. Емоційна напруга					✓
4. Темп роботи			✓		
5. Незадоволеність працею	✓				
Підсумковий бал ризику	11				

Рівні ризику:
 1-5 балів, низький рівень ризику (рівень 1)
 6-10 балів, помірний рівень ризику (рівень 2)
 11-15 балів, високий рівень ризику (рівень 3)
 > 16 балів, дуже високий рівень ризику (рівень 4)

Індивідуальний фактор

Питання	Стресові бали				
	0	1	2	3	4
1. Кліматичний дискомфорт	✓				
2. Акустичний дискомфорт			✓		
3. Вібраційний дискомфорт			✓		
4. Естетичний дискомфорт				✓	
5. Сенсорний дискомфорт	✓				
Підсумковий бал ризику	7				

Рівні ризику:
 1-5 балів, низький рівень ризику (рівень 1)
 6-10 балів, помірний рівень ризику (рівень 2)
 11-15 балів, високий рівень ризику (рівень 3)
 > 16 балів, дуже високий рівень ризику (рівень 4)

Індивідуальний фактор

1. Вік:
 < 46: +1
 46-55: +2
 > 55: +3
 Бал: **3**

2. Індекс маси тіла:
 ІМТ < 25: +1
 ІМТ 25-29,9: +2
 ІМТ > 30: +3
 Вага (кг) / Зріст (м)² = Бал: **3**

3. Артеріальний тиск:
 120/80: +1
 130/90: +2
 140/100: +3
 Бал: **1**

4. Частота серцевих скорочень:
 < 75: +1
 75-85: +2
 > 85: +3
 Бал: **1**

5. Затримка дихання:
 > 40 сек: +1
 30-40 сек: +2
 < 30 сек: +3
 Бал: **1**

Рівні ризику:
 1-5 балів, низький рівень ризику (рівень 1)
 6-10 балів, помірний рівень ризику (рівень 2)
 11-15 балів, високий рівень ризику (рівень 3)
 > 16 балів, дуже високий рівень ризику (рівень 4)

Ергономічний фактор

11

+

Психосоціальний фактор

11

+

Фактор дискомфорту

7

+

Індивідуальний фактор

9

=

Загальна оцінка професійного ризику водія

38

Рівні професійного ризику
 Мінімальний ризик: < 23
 Помірний ризик: 24-43
 Високий ризик: 44-63
 Нестерпний ризик: > 64

38

Примітки

ПІБ водія
 Тип транспортного засобу

Рис. 3.4 Результати розрахунку величин ергономічного ризику водія ВА

Таблиця 3.7 Результати визначення рівня ПР водіїв ВА

Модель ВА	Ергономічний фактор	Психосоціальний фактор	Гігієнічний фактор	Індивідуальний фактор	Сумарний ПР
Модель ВА №1	9	11	4	8	32
Модель ВА №2	11	12	10	9	41
Модель ВА №3	11	13	9	9	42

З іншого боку, необхідність оцінки професійних ризиків водіїв зумовлена бажанням деяких керівників автотранспортних підприємств зменшити кількість захворювань та ДТП [18]. Основною причиною, яку вважають накопичення втоми, стрес, незадовільний технічний стан ВА, вплив погодних умов та інше [19, 20]. Тому, виникає необхідність у забезпеченні постійного моніторингу за факторами, які можуть значно вплинути на діяльність водіїв і призвести, в тому числі, до зниження продуктивності праці, невиконання зобов'язань, втрату вантажу та інше [21, 22].

Вирішення цієї задачі вбачається, як раз, в оцінці ПР для контролю ситуації та обґрунтуванню своєчасних запобіжних заходів, прийняття управлінських рішень. Причому, підхід повинен бути простим і доступним для того щоб водії могли швидко виконати необхідні розрахунки. В той же час, більшість відомих підходів з оцінки ПР базуються на пошуку ефектних залежностей, які потребують довготривалих досліджень і відповідної підготовки. Тому, керуючись рекомендаціями стандарту [17], запропонований нескладний метод - напівкількісний метод для оцінки ПР, в якому взято за основу пріоритетність небезпечних ситуацій на основі вірогідності їх появи та впливу на здоров'я людини. Застосування саме такого підходу, дозволяє працівникам краще усвідомити небезпеки та їх наслідки.

Напівкількісний аналіз ПР передбачає визначення конкретних числових показників їх небезпеки, ймовірності виникнення та можливих наслідків. Для зменшення впливу ПР на водіїв вантажних автомобілів (ВА) рекомендується модернізувати систему медичних оглядів, щоб вчасно виявляти захворювання [23]. Також рекомендується розробити систему мотивації для підтримки регулярних фізичних тренувань водіїв [24], можливо, зробивши їх обов'язковими у компанії перед початком робочого дня та поєднуючи їх з медичним оглядом перед рейсом. Наразі існує багато оздоровчих програм, які можна реалізувати в компанії [25]. Крім

оцінювання фізичного стану і розробки оздоровчих програм, важливо приділяти увагу психоемоційному стану водіїв, слідкуючи за їх біометричними даними за допомогою GPS навігації та здійснюючи постійний контроль за часом виконання транспортних робіт [26, 27].

Також важливо розробити систему прийняття до ТЗ, яка враховує проходження водіями навчання перед самостійною роботою на відповідному маршруті. При цьому необхідно зосередитися на питаннях ергономічних ризиків та культури праці. Також важливо посилити контроль за технічним станом вантажних автомобілів (ВА), звертаючи увагу на вузли та агрегати, які можуть стати джерелом шкідливих виробничих чинників, що впливають на здоров'я водіїв. Необхідно забезпечити постійний моніторинг систем та агрегатів, від яких залежить комфорт праці водіїв. Крім того, важливо контролювати своєчасність систем опалення та кондиціонування повітря в кабіні ВА та інші аспекти. При оновленні або модернізації автопарку необхідно обов'язково звертати увагу на ергономічні характеристики транспортних засобів та наявність в них сучасних систем, які забезпечують комфортні умови праці та безпеку водіїв.

3.3 Оцінювання ергономічних ризиків водія при технічному обслуговуванні або ремонті вантажних автомобілів

В якості прикладу для оцінки працездатності запропонованої системи з чотирьох кроків розглянемо оцінку ергономічних ризиків водія при технічному обслуговуванні або ремонті ВА. Під час виконання виробничих операцій в незручних позах існує декілька варіантів настання небажаних подій, які пов'язані зі зміною фізичного стану організму (далі – ЗФСО) водія ВА (рис. 3.5).



Рис. 3.5 Основні сценарії прояву ЗФСО водія ВА

Тобто, травмування або захворювання може і не відбутися, а може призвести до поступового накопичення ознак хронічного захворювання, яке пов'язане з професійною діяльністю водія ВА при здійсненні ремонту або технічного обслуговування ВА. Безпосередньо на цей процес впливають багато факторів, серед яких необхідно зазначити наступні: вік, фізичний стан, умови праці та ін. В залежності від характеру небажаної події автотранспортне підприємство понесе певні фінансові втрати, які визначаються нормативними актами чинного законодавства. Ці втрати пов'язані з непрацездатністю працівника через часткову або повну втрату працездатності, а також включають витрати на його лікування, реабілітацію або оздоровлення. Розмір таких збитків можна розрахувати враховуючи ймовірність виникнення небажаної події та рівень ризику за допомогою спеціальної формули:

$$Z = (O_n + b) T_3 \cdot R, \quad (3.2)$$

де O_n – середня оплата листків непрацездатності за день (станом на 2024 р 1834,59 грн.); T_3 – кількість днів непрацездатності, днів; b – середньоденний виробіток одного працюючого, грн. (станом на 2024 рік - 1972 грн.). Розмір витрат автосервісного підприємства на придбання ергономічного обладнання і ймовірності ергономічного ризику ЗФСО за залежністю, яка представлена у вигляді:

$$B(R) = B_{\Delta} + B_0 \exp[k(1 - R)] \quad (3.3)$$

де B_{Δ} – постійна величина витрат, яка залежить від витрат на забезпечення мінімального рівня безпеки технічних систем відповідно до нормативних вимог; B_0 – повна вартість нового ергономічного обладнання для забезпечення мінімального ризику травмування; R – ймовірність професійного захворювання/травмування; k – коефіцієнт пропорційності, який залежить від комплектації обладнання (знаходиться в діапазоні 1,1 – 2,5).

Ураховуючи випадковий характер експлуатаційних процесів, сумарна вартість всіх витрат, пов'язаних з досягненням прийнятної ймовірності травмування при виконанні виробничих завдань дорівнює:

$$F = B(R) + Z(R) = B_{\Delta} + B_0 \exp[k(1 - R)] + (O_n + b)T_3R \rightarrow \min \quad (3.4)$$

Для визначення мінімуму отриманої функції необхідно взяти похідну від виразу (3.3) і вирішити диференціальне рівняння:

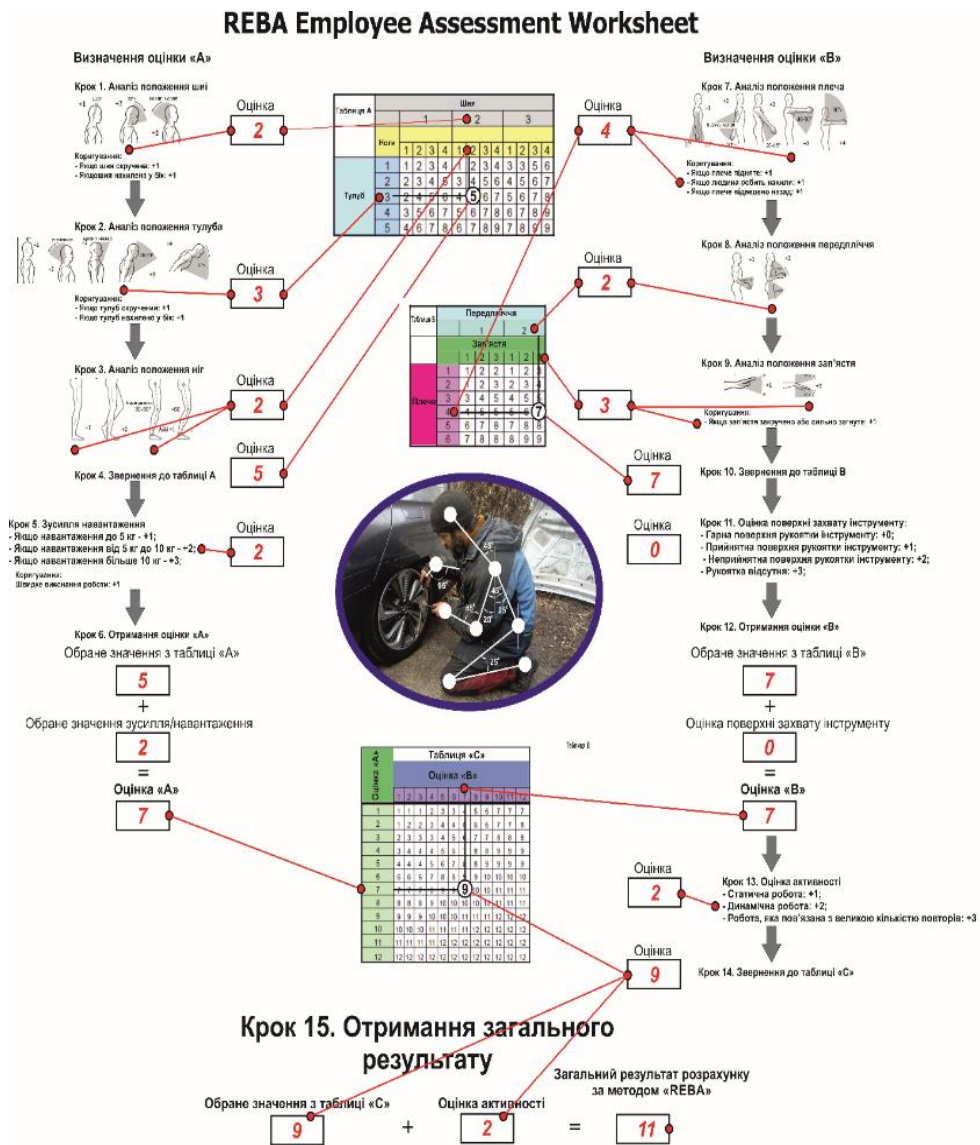
$$\frac{\partial F}{\partial R} = 0.$$

Після диференціювання виразу (3.3) отримуємо наступне рішення:

$$-B_0 \cdot k \exp[k(1 - R)] + T_3 \cdot (O_n + b) = 0, \quad (3.5)$$

Для оцінки ймовірності виникнення небезпечних ситуацій розглянемо процес заміни пошкодженого колеса автомобіля. Ця технологічна операція є мало автоматизованою та вимагає від працівників автосервісу перебувати у незручних робочих позах та використовувати значні фізичні зусилля для виконання таких операцій, як відкручування гайок, встановлення домкрату, видалення/заміна колеса. Оцінка ризику проводилася на основі аналізу фотознімків положення тіла водія під час виконання цієї операції та застосування структурної схеми фіксації частин тіла та кутів між ними. З використанням методу "REBA" було встановлено ергономічний

ризик для відповідних технологічних операцій. На прикладі алгоритму розрахунку ергономічного ризику під час виконання операції з відкручування гайок з колеса наведено на рис. 3.6.



Інтерпретація отриманого результату:






- 1 - ризик відсутній;
- 2-3 - мінімальний ризик (потрібні незначні зміни);
- 4-7 - середній ризик (потрібно удосконалення технологій);
- 8-10 - високий ризик роботу виконувати не можна, потрібні кардинальні зміни);
- 11 - неприпустимий ризик (роботи заборонено)

Рис. 3.6 Приклад розрахунку загальної величини ергономічного ризику при виконанні технологічної операції відкручування гайок

В подальшому за формулами (3.3) і (3.4) розраховується ймовірність настання







професійного захворювання/травмування для кожної технологічної операції (табл. 3.8). Аналіз отриманих результатів говорить про значну небезпеку ЗФСО водія, що потребує відповідних змін, які спрямовані на зменшення величини ергономічного ризику. Це можна досягти впровадженням частковою автоматизацією технологічного процесу за рахунок витрати фінансових ресурсів на закупівлю нового ергономічного обладнання, характеристики якого наведені в табл. 3.9, і результатами розрахунків наведеним у табл. 3.10.

Таблиця 3.8 Результати розрахунку ймовірності ЗФСО водія при виконанні технологічного процесу - заміна пошкодженого колеса ВА






Технологічний процес	Зривання (затягування) гайок	Установка (зняття) домкрату і підйом (опускання) ВА	Розкручування (закручування) гайок	Зняття (установка) колеса	Заміна колеса
Нова поза при виконанні операцій					
Результат, отриманий за методом "REBA"	11	5	11	11	6
Інтерпретація отриманого ризику	Неприпустимий ризик	Середній ризик	Неприпустимий ризик	Неприпустимий ризик	Середній ризик
Рівень безпеки виконання технологічної операції S_{EP}	0.083	0,583	0.083	0.083	0,583
Ймовірність захворювання/травмування, R	0.99				

Таблиця 3.9 Технологічне ергономічне обладнання для удосконалення технологічного процесу заміни пошкодженого колеса

ВА

№ п/п	Технологічний процес	Технологічне обладнання для підвищення безпеки та продуктивності праці	Вартість обладнання, грн./\$	Виробник
1.	Зривання (затягування) гайок	<p>Ножичний підйомник</p> 	150000/6200	ТОВ «Форстор» 49006, Дніпро, пр. Пушкіна, буд. 8а. Тел: +38056734-47-00 Факс: +38056789-81-80 Email: info@forstor.ua
		<p>Пневматичний гайковерт</p> 	12000/500	ТОВ «Yato», м. Львів, вулиця Гетьмана Мазепи, 23 Тел: +38068888-06-45 Email: yato24ua@gmail.com
2.	Установка (зняття) домкрату і підйом (опускання) автомобіля	<p>Ножичний підйомник</p> 	150000/6200	ТОВ «Форстор» 49006, Дніпро, пр. Пушкіна, буд. 8а. Тел: +38056734-47-00 Email: info@forstor.ua
		<p>Пневматичний домкрат</p> 	4000/160	ТОВ «Індустриал-Сервіс» 49000, Дніпро, вул. Стартова, буд. 20. Тел: +38(056)794-34-94 Email: kiev@indservice.com.ua
3.	Розкручування (закручування) гайок	<p>Пневматичний гайковерт</p> 	12000/500	ТОВ «Yato», м. Львів, вулиця Гетьмана Мазепи, 23 Тел: +38068888-06-45 Email: yato24ua@gmail.com
4.	Зняття (установка) колеса	<p>Візок для зняття і транспортування автомобільних коліс</p> 	35000/1430	ТОВ «Yato», м. Львів, вулиця Гетьмана Мазепи, 23 Тел: +38068888-06-45 Email: yato24ua@gmail.com
5.	Заміна колеса			

Таблиця 3.10 Результати розрахунку ймовірності ЗФСО водія при виконанні технологічного процесу - заміна пошкодженого колеса автомобіля при запровадженні заходів з використання ергономічного обладнання

Технологічний процес	Зривання (затягування) гайок	Установка (зняття) домкрату і підйом (опускання) автомобіля	Розкручування (закручування) гайок	Зняття (установка) колеса	Заміна колеса
Нова поза при виконанні операцій					
Результат, отриманий за методом "REBA"	7	5	4	6	5
Інтерпретація отриманого ризику	Середній ризик	Середній ризик	Середній ризик	Середній ризик	Середній ризик
Рівень безпеки виконання технологічної операції, S_{EP}	0,417	0,583	0,667	0,5	0,583
Ймовірність захворювання/травмування, R	0,417				

Виходячи із загального кошторису обладнання і затрат на лікування/заміну працівника за формулами (3.3) і (3.4) були побудовані відповідні залежності від величини ризику (рис. 3.7).

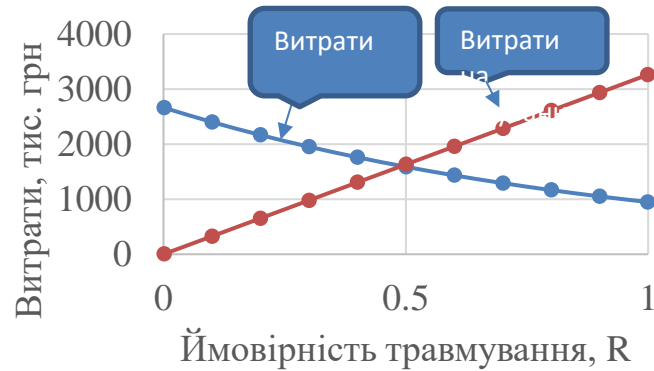


Рис. 3.7. Криві залежності витрат на обладнання і затрат на лікування працівника від ймовірності травмування

Подібний результат отримано і за формулою (3.4), де на рис. 3.8 показана залежність сумарних витрат на придбання обладнання та лікування/реабілітації водія від ймовірності його професійного захворювання/травмування при виконанні виробничих операцій зі заміни колеса. Екстремум цієї залежності дозволяє встановити доцільність витрат на придбання ергономічного обладнання, яке в даному прикладі складається від 160 до 180 тис. грн.

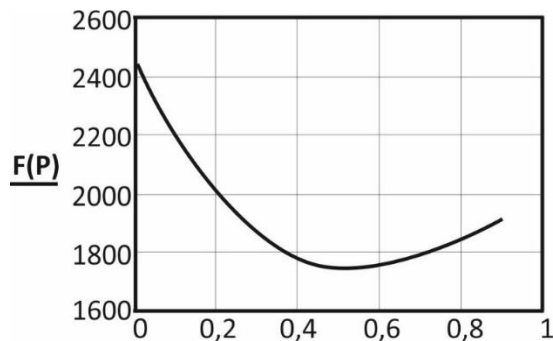


Рис. 3.8 Крива залежності сумарних витрат підприємства від ймовірності професійного захворювання/травмування водія при виконанні виробничих операцій із заміни колеса

В результаті проведеної роботи виникає необхідність у підтвердженні ефективності запропонованих рішень. Можна послатись на те, що використання новітнього ергономічного обладнання майже на 55% зменшить ймовірність виникнення травмування чи професійного захворювання. Однак, незастосування четвертого кроку призведе до гальмування процесу покращення умов праці через відсутність подальшої мотивації. Важливим стимулом є забезпечення саме збільшення продуктивності праці, що також досягається за рахунок використання ергономічного обладнання, через зменшення фізичних витрат на виконання технологічних операцій. Якщо проаналізувати **табл. 3.11** в якій наведено порівняння фізичної енергії водіїв за першим і другим варіантом заміни колеса, можна побачити, незначну різницю, що пояснюється великою часткою ручної праці у другому варіанті. Такий підхід потребує пошуку подальшого удосконалення виробничого процесу. Таким чином виконується основний принцип Демінга з постійного удосконалення системи управління.

В цілому результати моделювання системи безпечної праці, дозволяють адекватно обґрунтувати витрати на закупівлю нового ергономічного обладнання. Однак, існують певні складнощі як з визначенням кількості днів лікування та реабілітації водіїв, так із взаємозв'язком вартості обладнання та величиною ергономічного ризику.

Таблиця 3.11 Рівень фізичного навантаження, яке перенасить працівник при заміні пошкодженого колеса за методом Роджерса

Частина тіла, яка відчуває навантаження	Величина фізичного навантаження	
	Варіант 1	Варіант 2
Шия	Середня	Середня
Плечі	Висока	Середня
Спина	Висока	Висока
Руки	Висока	Висока
Ноги	Висока	Висока

В першому видку – інформація про тривалість лікування залежить від типу захворювання (артрит, артроз, бурсит, кіфоз, міозит, міжхребцева кила, професійні захворювання периферичних нервів, попереково-крижовий радикуліт та інші), фахової

кваліфікації лікаря, рівня обслуговування в лікарні, використаних ліків та інше. Кожний випадок вимагає уточнення даних з протоколом лікування відповідної хвороби. Також необхідно урахувати збитки, які пов'язані з відшкодуванням частини вартості лікування, що також збільшить вказану суму, яку можна додати до формули (3.4) додатковим *додатком*. За останніми дослідженнями фахівців з даної проблематики, бажано оцінювати витрати від можливих ускладнень від ЗФСО, які також залежать від умов праці. Їх розрахунок є складною задачею, через відсутність однозначних підходів до лікування та коливання цін на ліки. Однак, звертаючись до проведених подібних досліджень в інших країнах, включаючи міжнародні рекомендації та експертні оцінки, наприклад, універсальний план охорони здоров'я ("GES") чи щорічний тариф страхувальника ("FONASA") можна припустити, що розподіл витрат за стадіями захворювання розподілитися за формулою:

$$B = Z_{л} / k, \quad (3.5)$$

де B – витрати на лікування, грн; k – коефіцієнт пропорційності (для 1 – стадії 0,25; для другої – 0,6; для третьої - 0,8); $Z_{л}$ – загальна сума лікування травми опорно-рухового апарату в стаціонарі до можливого рівня відновлення функціонування постраждалих систем організму.

Система управління безпекою праці, заснована на ризик-орієнтованому підході, широко впроваджується на автотранспортних підприємствах. Однак, деякі фахівці вважають, що такий підхід не завжди ефективний, оскільки в реальності виробничий травматизм залишається проблемою. Це викликає сумніви стосовно того, чи охоплює цей підхід всі аспекти виробничої діяльності підприємства. Можливо, небезпеки з високим рівнем ризику складно технологічно зменшити до безпечного рівня, а захист працівників може виявитися дорожчим, ніж потенційний прибуток компанії. У таких випадках зазвичай приймаються управлінські рішення, або використовуються засоби індивідуального захисту, що не завжди дозволяє уникнути травм. З іншого боку, ризики

з низьким рівнем не завжди отримують достатню увагу, оскільки вважається, що їх величина залишається в прийнятній зоні і не завдає значної шкоди працівникам. У зв'язку з цим з'являється інтерес до удосконалення існуючих систем управління безпекою праці або до пошуку альтернативних підходів. Пропонована система підвищення безпеки праці з урахуванням ергономічних критеріїв має на меті не лише обґрунтування доцільності закупівлі обладнання, але й сприяє підвищенню продуктивності праці, що призводить до збільшення прибутку компанії, а не лише збільшення її витрат на охорону праці.

Висновки за третім розділом

1. Визначено фактори, які впливають на рівень ПР водія ВА при виконанні професійної діяльності перевезення вантажів САТ в умовах ГП, до яких відносять: психологічний стан водія через втрату уваги, що пов'язана з відволікаючими діями, чи втомою водія під час керування ВА; відмову технічних систем ВА, що пов'язані з недоліками конструкції чи невідповідним технічним обслуговуванням, чи експлуатацією ТЗ; дорожні умови, що пов'язані із формуванням дорожнього полотна, уступів, поворотів, кутів підйому, електромереж та інших інфраструктурних об'єктів, які можуть обмежувати рух, видимість чи процедури навантаження-розвантаження ВА.

2. Виявлено, що психофізіологічний стан водія ВА САТ, такий як вияв страху, тривоги, сумніву та невпевненість, у поєднанні з виконанням дискретної роботи, що пов'язана з частими змінами початку руху і зупинками (наприклад, через скупчення великої кількості ТЗ або складні плани маршрутів перевезення), призводить до збільшення рівня потенційно небезпечних ситуацій, що можуть призвести до аварій.

3. Визначено найвищий рівень настання аварійної ситуації відбувається через емоційні прояви, які пов'язані з взаємовідносинами між співробітниками, відсутністю підтримки керівництва, психологічної допомоги, конфліктних ситуацій та інше. Все

вище описане визначає рівень організаційної культури на ГП, що в кінцевому результаті формує соціальну поведінку людини.

4. Розроблено рекомендації щодо підвищення безпеки водія ВА САТ під час перевезення вантажів від місця завантаження до місця розвантаження на основі формування відповідної організаційної культури на ГП, яка передбачає систему зобов'язань і компромісів, що дає змогу уникнути напруженості між процесами, обслуговуванням та інтеграцією, позиціонуванням та диференціацією, а також адекватно реагувати на внутрішні й зовнішні загрози стабілізувати психофізіологічний стан водія.

5. Розроблено рекомендації щодо визначення впливу психофізіологічних станів водія на величину ПР, а також щодо формування відповідної організаційної культури щодо підвищення безпеки перевезень. Запропоновано підхід для урахування соціально-психологічного клімату в організації на оцінку виникнення інциденту.

6. Розроблено чек-лист для швидкої оцінки професійного ризику водіїв транспортних засобів, який враховує вплив шкідливих виробничих факторів, сприяючих виникненню професійних захворювань. Особливістю цього підходу є встановлений зв'язок між загальним критерієм професійного ризику водія та показниками, що відображають ергономічні, психосоціальні, індивідуальні та гігієнічні фактори, які виникають умовами праці водія під час виконання професійних обов'язків.

7. Розроблений чек-лист можна використовувати на автотранспортних підприємствах без будь-якого додаткового обладнання та після проходження навчання для проведення тестування. Цей інструмент є надійним і простим інструментом для оцінки ПР ВА САТ. Можна визначити рівень ПР кожного фактору, що впливає на водія, і ним можна легко скористатися. Метод «DERA» є важливим фактором, необхідним для стимулювання вдосконалення, і корисним інструментом для водія ВА, оскільки існує можливість запровадити заходи, щодо зниження рівня ПР.

Список літературних джерел до 3 розділу

1. Bazaluk, O., Anisimov, O., Saik, P., Lozynskiy, V., Akimov, O., Hrytsenko, L. (2023). Determining the Safe Distance for Mining Equipment Operation When Forming an Internal Dump in a Deep Open Pit. *Sustainability*, 15, 5912. <https://doi.org/10.3390/su15075912>.
2. 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>.
3. Kairatkyzy, G., Karsybayev, Y.Y., Abzhapbarova, A.Z., Deryugin, O.V., Bas, I.K. (2022). Improving the reliability of trucking in the conditions of a mining enterprise. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3, 125-130. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-3/125>.
4. Sattasuk, W., Silitertpisan, P., Joseph, L., Paungmali, A., Pirunsan, U. A Clinical Evaluation of Scapular Dyskinesia Among Professional Bus Drivers With Unilateral Upper Quadrant Musculoskeletal Pain. *Workplace Health & Safety*, 2021, 69(10), 460-466. <https://doi.org/10.1177/21650799211003562>.
5. Golinko, V., Cheberyachko, S., Deryugin, O., Tretyak, O., Dusmatova, O. (2020). Assessment of the Risks of Occupational Diseases of the Passenger Bus Drivers. *Safety and Health at Work*, 11(4), 543-549. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.07.005>.
6. Stowers, K., Oglesby, J., Sonesh, S., Leyva, K., Iwig, C., Salas, E.A. (2017). Framework to guide the assessment of human-machine systems. *Human Factors*, 59, 2, 172-188. <https://doi.org/10.1177/0018720817695077>.
7. Kernytskyi, I., Yakovenko, Y., Horbay, O., Ryviuk, M., Humenyuk, R., Sholudko, Y., Voichyshyn, Y., Mazur, Ł., Osiński, P., Rusakov, K., Koda, E. (2021). Development of Comfort and Safety Performance of Passenger Seats in Large City Buses. *Energies*, 14, 7471. <https://doi.org/10.3390/en14227471>.
8. ДСТУ ISO 39001:2015 Системи управління безпекою дорожнього руху. Вимоги та настанова щодо застосування (ISO 39001:2012, IDT). Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64658.

9. Shakenov, A., Sadkowski, A., Stolpovskikh, I. (2022). Haul road condition impact on tire life of mining dump truck. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 6, 25-29. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-6/025>.
10. Bochkovskiy, A.P. (2021). Elaboration of stochastic models to comprehensive evaluation of occupational risks in complex dynamic systems. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 104(1), 31-41. <http://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0014.8484>.
11. Nesterenko, V. Yu., Chevychelova, O.O. (2021). Developing a methodology for assessing the risk of hostile takeover of a motor transport enterprise and measures to prevent it. *Автомобільний транспорт*, 49, 79-85. <http://dx.doi.org/10.30977/AT.2019-8342.2021.49.0.07>.
12. Zaranka, J., Pečeliūnas, R., Matijošius, J. (2012). Analysis of the influence of fatigue on passenger transport drivers' performance capacity. *Transport*, 27(4), 351-356. <https://doi.org/10.3846/16484142.2012.750625>.
13. Othman, K. (2022). Exploring the implications of autonomous vehicles: a comprehensive review. *Innovative Infrastructure Solutions*, 7(2), 165. <https://doi.org/10.1007/s41062-022-00763-6>.
14. Stowers, K., Oglesby, J., Sonesh, S., Leyva, K., Iwig, C., Salas, E.A. (2017). Framework to guide the assessment of humanmachine systems. *Human Factors*, 59(2), 172-188. <https://doi.org/10.1177/0018720817695077>.
15. Shariff, A., Bonnefon, J.-F., Rahwan, I. (2021). How safe is safe enough? Psychological mechanisms underlying extreme safety demands for self-driving cars. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 126, 103069. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103069>.
16. Standard ISO 45000 Family occupational health and safety. 2018. Режим доступу: <https://www.iso.org/iso-45001-occupational-health-and-safety.html>.
17. Standard IEC 31010: 2019 Risk management - Risk assessment techniques. 2019. 264 P. Режим доступу: <https://www.iso.org/standard/72140.html>.

18. Cho, K.-T., Shin, K. (2016). Fingerprinting Electronic Control Units for Vehicle Intrusion Detection. *USENIX Security Symposium, Austin, TX*, 911-927. Режим доступу: https://www.usenix.org/system/files/conference/usenixsecurity16/sec16_paper_cho.pdf.
19. Choi, W., Joo, K., Jo, H.J., Park, M.C., Lee, D.H. (2018). Voltageids: Low-Level Communication Characteristics for Automotive Intrusion Detection System. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 13(8), 2114-2129. <https://doi.org/10.1109/TIFS.2018.2812149>.
20. Shabanpour, R., Auld, J., Mohammadian, A.K., Stephens, T.S. (2017). Developing a Platform to Analyze Behavioral Impacts of Connected Automated Vehicles at the National Level. *Conference Transportation Research Board 96th Annual Meeting, Washington DC, United States*, 17-06283. Режим доступу: <https://trid.trb.org/view/1439507>.
21. Bian, Y., Yang, C., Zhao, J.L., Liang, L. (2018). Good drivers pay less: A study of usage-based vehicle insurance models. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 107, 20-34. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.10.018>.
22. Чеберячко, С.І., Дерюгін, О.В., Бас, І.К. (2023). Оцінка професійного ризику для водія кар'єрного автотранспорту. Застосовуємо комбінацію методів HAZOP і FMEA. *Охорона праці і пожежна безпека*, 10(154), 32-44.
23. Thiese, M.S., Moffitt, G., Hanowski, R.J., Kales, S.N., Porter, R.J., Hegmann, K.T. (2015). Commercial Driver Medical Examinations: Prevalence of Obesity, Comorbidities, and Certification Outcomes. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 57(6), 659-665. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000422>.
24. Varianou-Mikellidou, C., Boustras, G., Dimopoulos, C., Wybo, J.L., Guldenmund, F.W., Nicolaidou, O., Anyfantis, I. (2019). Occupational health and safety management in the context of an ageing workforce. *Safety Science*, 116, 231–244. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.03.009>.
25. Sendall, M., Crane, P., McCosker, L., Biggs, H., Fleming, M.L., & Rowland, B. (2016). Workplace interventions to improve truck drivers' health knowledge, behaviours and

self-reported outcomes. *Road and Transport Research*, 25(1), 31-43. Режим доступу: <https://eprints.qut.edu.au/98411/>.

26. Wen, W., Yamashita, A., Asama, H. (2017). Measurement of the perception of control during continuous movement using electroencephalography. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 392. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00392>.

27. Arakawaa, T., Hibia, R., Fujishiro, T.-A. (2019). Psychophysical assessment of a driver's mental state in autonomous vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 124, 587-610. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.05.003>.

28. Цопа, В. (2018). Упроваджуємо ISO 45001:2018: контекст організації та зацікавлені сторони. *Охорона праці*. 4. 54-67.

29. Crowl, D.A., Louvar, J.F. (2019). *Chemical process safety: fundamentals with applications*. Prentice Hall, 695 p.

30. Березуцький, В.В., Адаменко, М.І. (2016). *Небезпечні виробничі ризики та надійність: навчальний посіб. для студентів за напрямком підготовки 6.170202 «Цивільна безпека»*. Харків: ФОП Панов А.М.. 150 с.

31. *Довідник нормативних документів у сфері охорони праці, пожежної безпеки, гігієни праці та соціального страхування від нещасних випадків. Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України*. К.: ПП «РК «Вектор». 2009.

32. Вигінський, В., Чумакова, Н. (2005). *Управління ризиками. Шляхи узаконення*. *Охорона праці*. 2. 4-8.

33. Матус, С.А., Левіна, Г.М., Карпюк, Т.С., Денищик, О.Ю. (2019). *Аналітичний звіт «Базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України та перспектив посилення участі організацій громадянського суспільства у розробці та впровадженні політик, дружніх до довкілля»*.

34. Шевчук, Я.В., Лалакулич, М.Ю., Шевчук, О.І. (2016). Перспективи експлуатації та конкурентна спроможність електромобілів в Україні. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 21(2). 43-46.

35. Суховський С. (2021). Коли електромобілі стануть дешевшими за автомобілі. PG новини.
36. Sun, P., Kretzschmar, H., Dotiwalla, X., Chouard, A., Patnaik, V., Tsui, P. (2020). Scalability in Perception for Autonomous Driving: Waymo Open Dataset. 2446-2454.
37. Зіборов, К.А. та ін. (2018). Системний підхід до розміщення функціонального обладнання для обслуговування електричних і гібридних автомобілів. Збірник наукових праць Національного гірничого університету. 56. 136-148.
38. Vejan, A., Brosseau, L.M., & Parker, D.L. (2011). Exposure assessment in auto collision repair shops. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 8. 401-408.
39. Dembe, A.E., Erickson, J.B., Delbos, R.G., & Banks, S.M. (2005). The impact of overtime and long work hours on occupational injuries and illnesses: new evidence from the United States. *Occupational Environment Medicine*. 62. 588-597.
40. Sorock, G.S, Lombardi, D.A., Hauser, R., Eisen, E.A., Herrick, R.F., & Mittleman, M.A. (2004). A case-crossover study of transient risk factors for occupational acute hand injury. *Occupational Environment Medicine*. 61(4). 305-311.
41. Dotson, G.S. (2006). Characterization of asbestos exposure among automotive mechanics servicing and handling asbestos-containing materials. Graduate Theses and Dissertations.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі, що є завершеною науковою роботою, подано вирішення актуального науково-прикладного завдання, що полягає у підвищенні ефективності управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту за рахунок виявлення взаємозв'язків між функціями, які описують транспортний процес вантажних перевезень спеціальними видами транспорту і чинниками, які визначають умови виконання виробничого завдання, що дозволяє визначити рівень професійного ризику водія. До найважливіших наукових і практичних результатів слід віднести:

1. Показано, що безпека експлуатації кар'єрного самоскида залежить від основних ключових елементів, які утворюють систему: "водій-автомобіль-дорога-навколишнє середовище" (далі - система "ВАДС"). Відмова будь-якого елемента системи "ВАДС" збільшує ймовірність виходу її з нормального-функціонального стану, а головне, сприяє підвищенню ризику виникнення аварійної ситуації.

2. Запропоновано застосувати метод "Functional Resonance Analysis Method" (FRAM), який базується на дослідженні функцій транспортного процесу ВАП, враховуючи шість їх різних аспектів: вхідні дані, час, контроль, ресурси, передумови та вихід, при цьому оцінювання професійного ризику небажаної ситуації від сумісної дії декількох чинників під час перевезення вантажів пропонується здійснено на основі феноменологічної моделі, яка не має на меті встановлення будь-яких жорстких законів взаємодії між факторами і подіями, а лише узагальнює сукупний їх вплив на досліджуваний процес.

3. Визначено взаємозв'язок за допомогою FRAM"-аналізу між мінливістю та своєчасністю виконання процесу перевезення, який описується за допомогою п'яти основних функцій: підготовки вантажних перевезень, подачі вантажного автомобіля, завантаження, перевезення та розвантаження вантажу в місці призначення з рівнем професійного ризику, враховуючи шість основних чинників: досвіду водія, рівня

контролю, термін виконання перевезення, складності маршруту, наявністю підтримки водія з боку керівництва.

4. Розроблено *модель* системи управління безпекою праці при експлуатації та обслуговуванні спеціальних видів транспорту на основі дослідженні функцій транспортного процесу вантажних автомобільних перевезень враховуючи шість їх різних аспектів: вхідні дані, час, контроль, ресурси, передумови та вихід, що дозволило провести оцінювання професійного ризику небажаної ситуації від сумісної дії декількох чинників під час перевезення вантажів.

5. Визначено, що виконання вантажних перевезень на належному рівні через розрахунок кількісних оцінок надійності виконання завдання на належному рівні і ризику порушення графіку перевезення для сценаріїв двох сценаріїв: перший, коли всі безпеки вимоги та умови виконані і другий, коли існує певна кількість порушень зазначених вимог і умов, що дозволило виявити зменшення професійного ризику майже вдвічі, відтак, запровадження посиленого контролю за виконанням транспортної задачі призведе до збільшення надійності і зменшення визначеної величини ризику.

6. Проведені розрахунки різних сценаріїв дозволили встановити, що найбільш травмонебезпечними функціями транспортного процесу вантажного перевезення в умовах гірничодобувного підприємства є підготовка та транспортування вантажу, що пов'язано зі значною їх мінливістю та варіабельністю технологічних операцій, які задаються кількістю виробничих завдань для відправки вантажу та високими вимогами замовників до якості транспортних послуг.

7. Встановлено, що при перевезенні вантажів в умовах гірничодобувних підприємств, найбільш впливовим чинником являється психологічний стан водія через втрату уваги, що пов'язана з відволікаючими діями, чи втомою водія під час керування ВА; відмову технічних систем ВА, що пов'язані з недоліками конструкції чи невідповідним технічним обслуговуванням, чи експлуатацією ТЗ; дорожні умови, що пов'язані із формуванням дорожнього полотна, уступів, поворотів, кутів підйому, електромереж та інших інфраструктурних об'єктів, які можуть обмежувати рух,

видимість чи процедури навантаження-розвантаження ВА, що дозволило встановити найбільший вплив на рівень ризику дорожньо-транспортної пригоди має психофізіологічний стан водія, оскільки характеризується високим показником мінливості під час виконання транспортної роботи з перевезення вантажів.

8. Додатково проведений аналіз психосоціального стану водія показав, що найвищий рівень настання аварійної ситуації відбувається через емоційні прояви, які пов'язані з взаємовідносинами між співробітниками, відсутністю підтримки керівництва, психологічної допомоги, конфліктних ситуацій та інше. Все вище описане визначає рівень організаційної культури на ГП, що в кінцевому результаті формує соціальну поведінку людини.

9. В результаті проведеного аналізу та розроблених моделей і механізмів з оцінки професійних ризиків розроблено рекомендації щодо підвищення безпеки водія вантажного автомобіля під час перевезення вантажів від місця завантаження до місця розвантаження на основі формування відповідної організаційної культури на гірничо-переробному підприємстві, яка передбачає систему зобов'язань і компромісів, що дає змогу уникнути напруженості між процесами, обслуговуванням та інтеграцією, позиціонуванням та диференціацією, а також адекватно реагувати на внутрішні й зовнішні загрози стабілізувати психофізіологічний стан водія.

10. Розроблені методика кількісного оцінювання мінливості функцій транспортного процесу, викликані зміною вказаних параметрів; інструментарій для кількісної оцінки впливу чинників транспортного процесу на надійність ВАП в умовах гірничодобувного підприємства та чек-листи для оцінювання ергономічного ризику при експлуатації та обслуговуванні вантажних автомобілів.

ДОДАТОК А
Акт впровадження

<p>ПОГОДЖЕНО Директор ТОВ "Автотранссервіс"  Руссавський _____ 2024</p> 	<p>УХВАЛЕНО Ректор НТУ Дніпровська політехніка  О.О. Азюковський _____ 2024</p> 
---	---

Методичні рекомендації

**«РОЗРАХУНОК РИЗИКІВ МЕТОДОМ FRAM ПРИ ВАНТАЖНИХ
АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ»**

Розробники: проф. Чеберячко Ю.І.,
асп. Бас І.К.