

Київський національний університет будівництва і архітектури  
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

КОВАЛЬОВА АНАСТАСІЯ ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 614.8:69

ДИСЕРТАЦІЯ  
**ОЦІНКА ВИРОБНИЧОГО РИЗИКУ ПРИ ВИКОНАННІ  
ДОРОЖНІХ РОБІТ**

263 – Цивільна безпека

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

\_\_\_\_\_ А.В. Ковальова

Науковий керівник **Волошкіна Олена Семенівна,**

доктор технічних наук, професор кафедри охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури

Київ – 2022

## АНОТАЦІЯ

*Ковальова А.В.* Оцінка виробничого ризику при виконанні дорожніх робіт. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 26– «Цивільна безпека», за спеціальністю 263 – «Цивільна безпека», спеціалізацією – «Охорона праці». Київський національний університет будівництва і архітектури, МОН України, Київ, 2022.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню науково-прикладного завдання удосконалення управління безпекою працюючих при виконанні дорожніх робіт за рахунок комплексного врахування всіх шкідливих факторів впливу при оцінці виробничого ризику.

У дослідженні доведено, що значення ризику для здоров'я працюючих при виконанні дорожніх робіт не може бути отримано на основі існуючих нормативних документів, оскільки вони не враховують ризик від постійного шумового навантаження та викиди від автотранспортних засобів на шляхопроводах, що додатково посилюється температурним впливом в теплі місяці року. З огляду на це, належне врахування заходів безпеки на підприємстві для захисту працюючих потребує комплексного врахування всіх шкідливих факторів при оцінці професійного ризику.

Робочі місця працівників даної категорії знаходяться під впливом ряду факторів: шумове забруднення, яке включає шум від роботи будівельно-дорожніх машини; локальна вібрація та шум від ручного пневмоінструменту; запиленість і загазованість повітря робочої зони дорожнім пилом та вихлопними газами як від працюючого транспорту, так і від транспорту, який перебуває в цей час на автошляхопроводі; забрудненість атмосферного повітря аерозолями та шкідливими компонентами від матеріалів будівництва і ремонту, а також викидами від автотранспорту, який в цей час рухається на автошляхопроводі та вторинне забруднення внаслідок фотохімічних перетворень викидів автотранспорту в повітрі; фізичне динамічне і статичне навантаження; підіймання і переміщення вантажів вручну; робота на

відкритому повітрі.

Встановлено, що українське і європейське законодавство мають певні розбіжності у класифікації виробничих ризиків, тому існує необхідність в розробці методів оцінки, які б комплексно враховували перелічені фактори, а також дозволяли оперативно аналізувати умови праці на цих робочих місцях та виконувати оцінку ризику здоров'я працівників з метою забезпечення допустимих умов праці.

Досліджено сучасні підходи щодо комплексного визначення виробничого ризику працюючих на відкритому повітрі при виконанні дорожніх робіт, що дозволило констатувати, що на сьогоднішній день комплексне врахування впливу всіх факторів на професійні ризик є недостатньо вивченим. Також проведено дослідження рівня шумового навантаження на автотранспортні перехрестя та розв'язки на прикладі м. Києва за допомогою каліброваного шумоміра марки «Асистент».

В роботі проаналізовано шумовий, температурний і якісний склад повітряного середовища біля основних автошляхопроводів в м. Києві. Встановлено, що межі шумового навантаження у більшості середньозважених та у максимальних значеннях вимірів перевищують нормативний рівень відкритого виробничого майданчика (80дБА), а забруднення повітря вторинними компонентами від викидів автотранспорту залежить від температурних умов місцевості і має в літні місяці року перевищення, як мінімум, в 2-4 рази.

Проаналізовано методи оцінки ризику захворювань працівників при виконанні дорожніх робіт та показано підвищений ризик розвитку хронічних захворювань і виникнення несприятливих наслідків для людей даної категорії.

Запропоновано класифікацію виробничого ризику для працюючих на відкритому повітрі на підставі визначення граничних значень відносних відхилень метеорологічних факторів навколишнього середовища від нормативних.

На підставі проведеного аналізу в роботі розроблено методологію системного підходу до визначення професійного ризику та розроблена ієрархічна дворівнева системна математична модель, що враховує всі закономірності впливу основних небезпечних факторів. Системна математична модель оцінки та прогнозування впливу шкідливих факторів на здоров'я працівника передбачає виконання двох основних операцій: формування множини альтернатив факторів впливу та порівняння і вибір варіантів впливу на значення виробничого ризику. Розроблена модель визначає комплексну проблему, яка в змозі реалізувати такі основні принципи, як аналіз та оцінка окремих процесів, елементів у підсистемах; оцінка та прогноз впливу шумового забруднення та температурних змін на значення виробничого ризику за нормативними критеріями. На першому рівні ієрархії модель містить три самостійні підсистеми, які характеризуються своїм набором кількісних і якісних показників, що дозволяє проводити розрахунок як окремої підсистеми, так і з урахуванням їх взаємного впливу і хімічної трансформації забруднюючих речовин. Розроблено класифікацію значень комплексного виробничого ризику при виконанні дорожніх робіт. Визначено вагові коефіцієнти впливу факторів, що впливають на значення ризику для здоров'я працівників автотранспортної галузі.

Проведено апробацію розробленої моделі на прикладі м. Києва в робочих зонах виконання дорожніх робіт та отримані значення комплексного виробничого ризику. Виявлено, що в зонах впливу шумового забруднення від автотранспортних засобів відсутні значення комплексного виробничого ризику, яке класифікується як «низький». Виробничий ризик для працюючих на відкритому повітрі по ремонту шляхопроводу в липні місяці становить 2,36 та потребує заходів щодо зниженню виробничого ризику. Що стосується розрахованих значень стосовно інших місяців – наприклад, листопад 2020 року, то ризик кваліфікується, як допустимий (значення 2,0) та потребує

заходів по захисту уразливих осіб та працюючих з великим професійним стажем (біля 30 років) та/або маючих вік більше 40 років.

Проведені дослідження оцінки показників забруднення біля автомагістралі, що дозволили враховувати фотохімічні перетворення забруднюючих речовин в повітрі в залежності від температурних умов місцевості. Розраховані значення виробничого ризику при виконанні дорожніх робіт підтверджують необхідність постійного моніторингу та періодичний аналіз професійних ризиків на підприємстві, що повністю відповідає основним положенням документу ДСТУ ISO 3100:2018.

Доведено що при визначення безпеки працівника з тривалим професійним стажем при виконанні дорожніх робіт, що проводяться на магістралях міста без попереднього влаштування об'їзних доріг, необхідно врахувати ризик втрати чутності та постійне зміщення порога чутності, спричиненого шумом через регулярний вплив шуму від автотранспортних засобів відповідно до методики, що рекомендовано міжнародним стандартом ISO1999/2013 (E). Вплив шуму на групу ризику при цьому характеризують еквівалентним рівнем звукової дії за 8-годинний робочий день протягом певної кількості років.

На основі створеної методології удосконалено метод оцінки ризику працівників при виконанні дорожніх робіт та надано рекомендації щодо захисту працюючих в залежності від значення ризику.

Науково-теоретична цінність роботи полягає в тому, що вперше розроблено методологію визначення комплексного виробничого ризику при виконанні дорожніх робіт, який враховує шумове навантаження від автотранспортних магістралей, забруднення повітря та інтоксикацію працівників від хімічних перетворень забруднюючих речовин на фоні підвищених температур, що дозволяє проводити дослідження по ефективності застосування заходів безпеки на робочих майданчиках біля автомагістралей.

Розроблена методологія оцінки виробничого ризику при виконанні дорожніх робіт дозволяє зменшити кількість коштовних лабораторних або натурних експериментів при проведенні досліджень в області охорони праці.

Результати дисертаційних досліджень впроваджені на об'єктах Товариства з обмеженою відповідальністю «Сучасна транспортна інфраструктура» безпосередньо під час будівництва ділянки Великої окружної дороги на ділянці від вул. Рокосовського до вил. Багатирської з будівництвом транспортної розв'язки на різних рівнях з метою поліпшення управління професійними ризиками для працюючих.

Отримані в дисертаційному дослідженні наукові результати були впроваджені при виконанні госпдоговірних науково-дослідних робіт Національного транспортного університету, що виконувалися на замовлення дорожніх організацій. Закономірності, що отримані на основі натурних вимірювань, стосовно основних компонентів професійного ризику при виконанні дорожніх робіт були застосовані в частині рекомендацій щодо охорони праці працівників підрядних дорожньо-будівельних організацій, для яких виконувалися роботи з інженерно-технічного супроводу забезпечення якості влаштування конструкцій дорожнього одягу. Були враховані пропозиції щодо альтернативних варіантів об'їзду локальних місць ремонтно-будівельних робіт та врахування добових та сезонних коливань інтенсивності руху на автомобільних дорогах при розробленні графіків виконання дорожніх робіт.

Матеріали дисертаційної роботи в частині визначення професійних ризиків при виконанні дорожніх робіт по підсистемам розробленої моделі та алгоритм розрахунку використовуються при підготовці студентів Київського національного університету будівництва і архітектури при проведенні лекційних та практичних занять з дисциплін «Охорона праці», що дозволило підвищити ефективність навчального процесу та якість викладання матеріалу при вивченні вказаної дисципліни.

Методи, які використовувалися для вирішення задач досліджень є методи статистичного аналізу (для обробки моніторингових даних досліджень забруднення атмосферного повітря та кліматичних даних місцевості); метод експертних оцінок, методи системного математичного аналізу. Натурні дослідження для вимірювання шумового та забруднення на майданчиках виробництва вздовж автошляхопроводів для умов м. Києва були здійснені коліброваним шумоміром «Асистент». Значення виробничого ризику для безпеки працюючих за різними шкідливими впливовими факторами визначалося за діючими національними та міжнародними нормативними документами.

Ключові слова: дорожні роботи, виробничий ризик, системна модель, шумове забруднення, хімічне забруднення повітря, вплив параметрів мікроклімату, автомобільні шляхопроводи, індекс теплового навантаження, взаємозв'язок з кліматичними змінами, сукупний ризик захворювань.

## ABSTRACT

*Kovaleva A.V.* Assessment of professional risk when performing road works.  
- Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 26 - "Civil Security", specialty 263 - "Civil Security", specialization - "Occupational Safety". - Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv, 2022.

The dissertation work is devoted to the decision of scientific and applied task of improvement of management of safety of workers at performance of road works at the expense of the complex consideration of all harmful factors of influence at an estimation of professional risk.

Research has shown that the risk to workers' health when performing road works cannot be determined on the basis of existing regulations, as they do not take into account the risk of constant noise and emissions from vehicles on overpasses, which is further exacerbated by hot months. In view of this, proper

consideration of safety measures at the enterprise to protect workers requires comprehensive consideration of all harmful factors in the assessment of occupational risk.

The workplaces of this category of workers are affected by a number of factors: noise pollution, which includes noise from the work of road construction equipment; local vibration and noise from hand-held pneumatic tools; dust and air pollution of the working area with road dust and exhaust gases from both working vehicles and vehicles currently on the road; air pollution by aerosols and harmful components from construction and repair materials, as well as emissions from vehicles currently moving on the route, and secondary pollution due to photochemical transformations of motor vehicle emissions into the air; physical dynamic and static load; lift and move loads manually; work outdoors.

It is established that Ukrainian and European legislation have some differences in the classification of professional risks, so there is a need to develop assessment methods that would comprehensively take into account these factors, as well as allow rapid analysis of working conditions in these workplaces and health risk assessment. in order to ensure acceptable working conditions.

Modern approaches to the complex determination of professional risk of workers in the open air during road works have been studied, which allowed us to state that to date, comprehensive consideration of the impact of all factors on occupational risk has not been studied enough. A study of the level of noise load at transport interchanges and interchanges on the example of the city of Kyiv was conducted using a calibrated noise meter brand "Assistant".

The paper analyzes the noise, temperature and quality of the air environment near the main highways in Kyiv. It is established that the noise load limits in most weighted averages and in the maximum values of measurements exceed the normative level of the open production site (80dBA), and air pollution by secondary components from vehicle emissions depends on local temperature conditions and exceeds at least in summer months. 2-4 times.



Methods for assessing the risk of diseases of workers during road works are analyzed and the increased risk of developing chronic diseases and adverse consequences for people in this category is shown.

The classification of professional risk for workers in the open air on the basis of determination of limit values of relative deviations of meteorological environmental factors from normative ones is offered.

Based on the analysis, the methodology of the system approach to the definition of occupational risk is developed and a hierarchical two-level system mathematical model is developed, which takes into account all the laws of influence of the main dangerous factors. A systematic mathematical model for assessing and predicting the impact of harmful factors on the health of the employee involves two basic operations: the formation of many alternatives to the factors of influence and comparison and the choice of options for influencing the value of occupational risk. The developed model defines a complex problem that will be able to implement such basic principles as analysis and evaluation of individual processes, elements in subsystems; assessment and forecast of the impact of noise pollution and temperature changes on the value of professional risk according to regulatory criteria. At the first level of the hierarchy, the model contains three independent subsystems, which are characterized by their set of quantitative and qualitative indicators, which allows the calculation of both individual subsystems and taking into account their mutual influence and chemical transformation of pollutants. The classification of values of complex professional risk at performance of road works is developed. The weights of the factors influencing the importance of the risk to the health of road workers have been determined.

The approbation of the developed model on the example of Kyiv in the working areas of road works was carried out and the values of complex professional risk were obtained. It was found that in areas affected by noise pollution from vehicles there are no values of complex occupational risk, which is classified as "low". Occupational risk for workers in the open air to repair the

overpass in July is 2.36 and requires measures to reduce professional risk. As for the calculated values for other months - for example, November 2020, the risk is classified as acceptable (value 2.0) and requires measures to protect vulnerable people and workers with long professional experience (about 30 years) and/or having an age of more than 40 years.

Studies have been conducted to assess the indicators of pollution near the highway, which allowed to take into account the photochemical transformations of air pollutants depending on the temperature conditions of the area. The calculated values of production risk during road works confirm the need for constant monitoring and periodic analysis of occupational risks at the enterprise, which fully complies with the main provisions of the document DSTU ISO 3100: 2018.

It is proved that when determining the safety of a worker with long professional experience when performing road works carried out on city highways without prior bypass roads, it is necessary to take into account the risk of hearing loss and constant shifting of the audibility threshold caused by noise due to regular noise. vehicles in accordance with the methodology recommended by the international standard ISO1999 / 2013 (E). The effect of noise on the risk group is characterized by an equivalent level of sound exposure for an 8-hour working day for a certain number of years.

Based on the developed methodology, the method of assessing the risk of workers in road works was improved and recommendations were provided for the protection of workers depending on the value of risk.

The scientific and theoretical value of the work is that for the first time a methodology for determining the complex occupational risk in road works, which takes into account the noise load from highways, air pollution and intoxication of workers from chemical transformations of pollutants against elevated temperatures. allows to carry out researches on efficiency of application of safety measures on working platforms near highways.

The developed methodology of risk assessment in road works allows to

reduce the number of valuable laboratory or field experiments in research in the field of labor protection.

The results of the dissertation research were implemented at the facilities of the Limited Liability Company "Modern Transport Infrastructure" directly during the construction of the Great Ring Road in the area from the street. Rokosovchko to vil. Bagatyrskya with the construction of a transport interchange at various levels in order to improve the management of occupational risks for workers.

The scientific results obtained in the dissertation research were realized during the economic-contractual research works of the National Transport University, which were performed at the request of road organizations. Regularities obtained on the basis of field measurements of the main components of occupational risk in road works were used in the recommendations on labor protection of contractors for whom work was performed on engineering quality assurance of road structures. When drawing up road works schedules, proposals for alternative detours to local repair and construction sites and taking into account daily and seasonal fluctuations in traffic intensity were taken into account.

The materials of the dissertation in terms of determining occupational risks in road works on the subsystems of the developed model and calculation algorithm are used in the preparation of students of Kyiv National University of Construction and Architecture in lectures and practical classes in "Occupational Safety", which increased efficiency and the quality of teaching material in the study of this discipline.

During the solution of the set tasks the methods of statistical analysis were used (for processing the data of monitoring studies on air pollution and climatic data of the area); method of expert assessments, methods of systematic mathematical analysis. Field research to measure noise and pollution at production sites along highways for the conditions of Kyiv was carried out with a calibrated noise meter "Assistant". The importance of occupational risk for the safety of workers by various hazardous influencing factors was determined by current national and international regulations.

Key words: road works, occupational risk, system model, noise pollution, chemical air pollution, influence of microclimate parameters, road overpasses, heat load index, relationship with climate change, cumulative disease risk.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *1. Статті у наукових фахових виданнях України*

1. Ковальова А.В., Кравченко М. В., Клімова І. В. Вплив підвищеної температури та забруднення атмосферного повітря міського середовища в наслідок кліматичних змін на здоров'я працівників соціальної. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро, 2020. Вип. 6. С. 104 – 110.

2. Волошкіна О.В., Ковальова А.В. Виробничий ризик для безпеки працюючих на відкритому повітрі від температурних умов навколишнього середовища. *Системи управління, навігації та зв'язку. збірник наукових праць*. Полтава, НУПП ім. Ю.Кондратюка, 2021. Вип. 3(65). С. 118 – 123.

3. Волошкіна О.В., Ковальова А.В. Розрахунок виробничого ризику від шумового забруднення для безпеки працюючих на відкритому повітрі. *Вісті Донецького гірничого інституту*. Покровск. ДНТУ, 2021. Вип. 2 (49). С. 104 – 112.

4. Ковальова А.В. Виробничий ризик від постійного шумового навантаження для робітників відкритого повітря. *Системи управління, навігації та зв'язку: збірник наукових праць*. Полтава, НУПП ім. Ю.Кондратюка, 2021. Вип. 4 (66). С. 90 – 94.

5. Ковальова А.В. Оцінка і класифікація виробничого ризику при виконанні дорожніх робіт на прикладі м. Києва. *Системи управління, навігації та зв'язку. збірник наукових праць*. Полтава, НУПП ім. Ю.Кондратюка, 2021. Вип. 1 (67). С. 121 – 127.

### *Розділ в колективній міжнародній монографії*

6. Voloshkina O.S., Zhukova O.G., Kovalova A.V. The impact of climate change on workers in the construction and road industries working outdoors.

Climate Change & Sustainable Development: New Challenges of the Century: Monograph. – Mykolaiv: PMBSNU – Rzeszow: RzUT, 2021. С. 479 – 490.

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації*

7. Ковальова А.В. Вплив температурних умов на забруднення атмосферного повітря на підвищення виробничого ризику. Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України: тези доповідей III Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції. Київ: ІТТА, КНУБА, 2021. С. 528 – 529.

8. Ковальова А.В. Шумове забруднення від автотранспорту в м.Києві. Екологічна безпека держави: тези доповідей Другого всеукраїнського круглого столу. Київ: ІТТА, КНУБА. 2021. С. 49 – 52.

9. Волошкіна О.С., Ковальова А.В. Виробничий ризик для працюючих при реконструкції автомобільних шляхопроводів в м. Києві. *Сталий розвиток – стан та перспективи*: III міжнародний науковий симпозиум. Львів – Славське: Збірник матеріалів — Київ: Яроченко Я.В., 2022. С. 234 – 236.

10. Voloshkina O.S., Zhukova O.G., Kovalova A.V. The impact of climate change on workers in the construction and road industries working outdoors. Proceedings of the International Forum on Climate Change and Sustainable Development: New Challenges of the Century [Electronic resource], (Mykolaiv, September, 9–11, 2021). – Mykolaiv: PMBSNU – Rzeszow: RzUT, 2021 С. 479 – 490.

11. Ковальова А.В. Вплив температури на показник кислотності рН в основних життєзабезпечуючих ресурсах екосистем. Актуальні проблеми сучасної хімії: Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців (м. Миколаїв, 24 травня 2019 р.). Миколаїв: ФОП Торубара В.В, 2019. Вип.19. С. 77 – 79.

12. Волошкіна О.С., Прокопенко І.В., Ткаченко Т.М, Ковальова А.В. Зменшення навантаження на дощову каналізацію міста в умовах впливу глобальних кліматичних змін. *Сталий розвиток – стан та перспективи*: III

міжнародний науковий симпозіум Львів – Славське: збірник матеріалів - Київ: ФОП Яроченко Я.В, 2020. С. 26 – 28.

13. Ковальова А.В. Вплив клімату на розповсюдження звуку. Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України: тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції (м. Київ, 10 лютого 2022 року). Київ: ІТТА, КНУБА. 2021. С. 105 – 106.

14. Волошкіна О.С., Ковальова А.В., Жукова О.Г. Оцінка виробничого ризику для працівників по відновленню міської інфраструктури. Тези доповідей дванадцятій міжнародній науково-технічній конференції XII МНТК «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління» (Баку – Харків – Жиліна, 27 – 28 квітня 2022 року). Харків: ФОП Петров В.В., 2022. С.129.

*З метою впровадження в учбовий процес випущено:*

15. Основи охорони праці: методичні рекомендації до виконання практичних робіт/ О.С.Волошкіна, І.В. Клімова, О.Г.Жукова, А.В.Ковальова – Київ: КНУБА, 2022. 24 с.

Методичні рекомендації містять методологію оцінки виробничих ризиків для працюючих на відкритому повітрі при виконанні дорожніх робіт відповідно до національних та міжнародних стандартів.