

ИЗКУСТВЕНИЯТ ИНТЕЛЕКТ КАТО ИНСТРУМЕНТ ЗА ОПТИМИЗАЦИЯ НА ПРОЦЕСА ПО ОЦЕНКА НА ПРОФЕСИОНАЛНИТЕ РИСКОВЕ

**Инж. Ефстатиос Титопулос,
доц. д-р инж. Боряна Илиева,
доц. д-р инж. Георги Станчев**

Технически университет – София (България)

Филостратос Титопулос

Американски университет в България

Резюме. Оценката на професионалните рискове е ключов елемент в системата за управление на безопасността и здравето при работа (БЗР). Традиционните методи, макар и утвърдени, често се отличават с определено ниво на субективност, ограничена обективност и отнемат значителен времеви ресурс. В този контекст прилагането на изкуствен интелект (AI) представлява съществена иновация с потенциал да оптимизира процеса чрез автоматизирано събиране, анализ и интерпретация на данни за условията на труд, технологичните рискове и човешкия фактор.

Настоящото проучване има за цел да проучи възможностите за интегриране на AI в процеса на оценка на професионалните рискове в контекста на националната нормативна уредба и добрите европейски и международни практики. Анализирани са базовите алгоритми и модели на машинно обучение, приложими при идентифициране, класифициране и прогнозиране на рисковите фактори. Представени са практически примери от Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU – OSHA), Международната организация на труда (ILO) и водещи частни организации, прилагащи AI в системите си за управление на риска.

Резултатите от анализа подчертават потенциала на AI да повиши ефективността, точността и превантивния характер на оценката на риска, като в същото време се открояват предизвикателствата, свързани с етичните аспекти, защитата на данните и необходимостта от повишаване на дигиталните компетенции на специалистите по БЗР.

Ключови думи: оценка на риска; машинно обучение; цифрова трансформация

1. От традиции към иновации в оценката на риска

Традиционният процес на оценка на риска се базира основно на експертна преценка, наблюдения и анализ на исторически данни. Макар този подход да осигурява нормативна съвместимост, той често страда от субективност, човешки грешки и невъзможност за своевременно обработване на големи обеми информация. Интегрирането на AI в процеса на оценка на риска дава възможност за динамично, обективно и предиктивно управление на опасностите чрез автоматизиран анализ на данни от множество източници – здравни досиета и анализи, доклади от инциденти и трудови злополуки, данни от носими устройства, производствени сензори и други.

Чрез машинно обучение, невронни мрежи и алгоритми за прогнозни анализи AI системите могат не само да идентифицират съществуващите рискове, но и да предвиждат бъдещи опасности, позволявайки прилагането на ефективни мерки за превенция (Johnson et al., 2023). Тази трансформация е в синхрон с европейските и международните политики, насочени към цифровизацията на труда и изграждането на „умни“ системи за управление на безопасността (Müller et al., 2020).

2. Анализ на алгоритмите и моделите за машинно обучение в оценката на риска

Интегрирането на AI в процеса по оценка на риска предполага използване на различни модели и алгоритми за машинно обучение, всеки от които има специфични предимства и приложения (Li et al., 2025; Smith et al., 2024).

Супервизирано обучение (Supervised Learning) се прилага за класификация на рисковете въз основа на исторически данни. Алгоритми като Decision Trees, Random Forest и Support Vector Machines (SVM) се използват за прогнозиране на вероятността от инциденти, като се анализират множество фактори, като например работна среда, експозиция на вредни агенти, човешко поведение и други.

Несупервизирано обучение (Unsupervised Learning) се използва за откриване на скрити зависимости и групиране на рискови сценарии без предварително дефинирани категории. Алгоритми като *k-Means Clustering* и *Principal Component Analysis (PCA)* подпомагат идентифицирането на модели и аномалии в данните от мониторинг системи.

Невронни мрежи и дълбоко обучение (Deep Learning) се прилагат при обработка на комплексни и мултимодални данни (напр. видеонаблюдение, сензорни данни, текстови отчети). Конволуционните и рекурентните невронни мрежи (CNN, RNN) могат да разпознават поведенчески модели, сигнализиращи за повишен риск или предстоящ инцидент.

Алгоритмите за прогнозен анализ (Predictive Analytics) комбинират статистически методи и машинно обучение за предвиждане на вероятността

от определени събития като инциденти, отказ на оборудване или човешка грешка.

Обяснимият изкуствен интелект (Explainable AI) представлява нов подход, който осигурява прозрачност и проследимост на взетите решения от AI системата, като по този начин гарантира съответствие с етичните и правните стандарти на ЕС и ISO 45001.

3. Добри практики за приложение на AI / машинно обучение в системите за управление на риска

Сред примерите от международната и европейската практика се отличава проектът на **MIRA (Matrix of Intelligence and Risk Assessment)** в Албания. Разработен с подкрепата на Международната организация по труда (ILO), този инструмент помага трудовите инспекции да планират проверките по-ефективно, да идентифицират нарушения на трудовото законодателство и БЗР, включително недекларирана работа, чрез анализ на исторически данни и предвиждане на рискови случаи (AI Provides Innovative Ways to Improve Compliance with Labour Laws, 2025). Използваните алгоритми и технологии са машинно обучение (data mining, предсказателни модели), използване на множество алгоритми за оценка на риска, анализ на големи набори от данни за инспекции и нарушения.

Настоящата инициатива на Европейската организация по безопасност и здраве при работа (EU – OSHA) „Безопасен и здравословен труд в цифровата ера“ е насочена към насърчаване на безопасни условия на труд и благополучие на работещите в среда, която все повече се влияе от цифровите технологии и инструментите на изкуствения интелект. В рамките на инициативата е в ход кампания „**Управление на работниците чрез изкуствен интелект**“, която се отнася до използването на технологии с изкуствен интелект за наблюдение, контрол и оптимизация на управлението на служителите, особено с оглед гарантиране на тяхната безопасност и здраве в съвременната работна среда (Worker Management through AI: Implications for Occupational Safety and Health | Healthy Workplaces – Safe and Healthy Work in the Digital Age 2023 – 2025, 2025). Инициативата разглежда как изкуственият интелект може да подпомага организациите в управлението на техните екипи, като същевременно поставя като приоритет здравето и безопасността на служителите в условията на дигитализацията се трудов свят. EU – OSHA предоставя ресурси (информационни листове, презентации) за това как AI може да се използва за управление на работници: например разпределяне на задачи според умения, мониторинг на условията на работната среда (температура, влажност), предупреждения за рискови условия и други.

Водещите международни компании все по-често интегрират изкуствения интелект и машинното обучение (ML) като ключови инструменти за ранното

откриване, превенция и управление на професионалните рискове (Chen et al., 2021).

Компанията Trio Mobil е един от пионерите в прилагането на IoT и AI решения за осигуряване на безопасност на работното място. Нейната интегрирана система **Trio Safe / TrueAI** комбинира видеоанализ, сензори и геолокационни технологии, които позволяват автоматично откриване на опасни ситуации – като сблъсъци между хора и машини, неправилна работа с оборудване или отклонения от безопасните маршрути за движение. AI алгоритмите обработват данни в реално време и изпращат автоматични предупреждения, като по този начин намаляват вероятността от трудови инциденти и повишават ефективността на реакциите при рискови събития.

Моделът на Trio Mobil демонстрира успешна интеграция между интернет на нещата (IoT) и изкуствен интелект, при която системата не само наблюдава, но и предсказва потенциални опасности, което представлява съществено надграждане спрямо традиционните пасивни системи за безопасност (IoT and AI Solutions for Industrial Safety & Efficiency – Trio Mobil, 2015).

Компанията Cupertino Electric използва платформата **SmartTagIt** – интелигентен инструмент за наблюдение и анализ на потенциални рискове на строителни и индустриални обекти (Welcome to Zscaler Directory Authentication, 2025). Чрез внедряване на AI алгоритми за обработка на полеви наблюдения системата идентифицира модели и честота на възникване на рискови ситуации, като предоставя на ръководителите аналитични отчети за „горещите точки“ (hot spots) на риска. Тази предиктивна функционалност подпомага проактивното управление на безопасността, тъй като позволява въвеждане на целеви мерки за превенция преди настъпването на инцидент.

И в двата практически примера AI играе ключова роля в трансформирането на управлението на риска – от реактивен към проактивен подход. Докато Trio Mobil се фокусира върху автоматизирано наблюдение и превенция в реално време чрез интеграция на сензорни и визуални данни, Cupertino Electric акцентира върху анализ на натрупаните данни и прогнозиране на рисковите тенденции. Общото между тях е използването на AI за ранно предупреждение и информирано вземане на решения, което значително повишава ефективността на системите за безопасност и редуцира човешките грешки.

4. Изводи и обобщения

Практическото прилагане на AI за оценка на професионалните рискове носи значителни предимства по отношение на оптимизацията на процесите, но също така поставя и важни предизвикателства.

– Необходимост от качествени и надеждни данни, тъй като машинното обучение силно зависи от това дали са пълни и точни историческите данни, сензорните измервания, инспекционните доклади и пр.

– Съответствие с правилата на ЕС и националното законодателство по отношение на безопасността и здравето при работа, законите за защита на личните данни и трудовото законодателство.

– Защита на личните данни и етични аспекти, особено при използване на технологии, които наблюдават работниците, видеонаблюдения, събиране на физиологични или биометрични данни.

– Обучение на персонала и развитие на дигиталните компетенции, за да могат специалистите по БЗР да използват тези инструменти ефективно.

– Прозрачност и обяснимост на алгоритмите, за да могат потребителите и регулаторните органи да разберат защо даден риск е оценен по определен начин.

Интегрирането на изкуствения интелект в процеса по оценка на професионалните рискове представлява стратегическа стъпка към дигиталната трансформация на системите за безопасност и здраве при работа. Анализът показва, че AI може да повиши ефективността, обективността и превантивния характер на оценката чрез автоматизирано събиране и интерпретация на данни, прогнозен анализ и откриване на зависимости, недостъпни за традиционните методи (Nazari et al., 2025; Patel et al., 2020).

Въпреки това балансът между технологичните иновации и човешкия експертен опит е ключът към устойчиво и безопасно бъдеще на работещите.

REFERENCES

- Chen, L., & Roberts, D. (2021). *Enterprise risk assessment based on machine learning*. PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34824579/>.
- European Agency for Safety and Health at Work. (n.d.). *Worker management through AI: Implications for occupational safety and health*. <https://healthy-workplaces.osha.europa.eu/en/publications/worker-management-through-ai-implications-occupational-safety-and-health>.
- Johnson, M., & Lee, S. (2023). *Artificial intelligence in occupational health and safety risk management of construction, mining, and oil and gas sectors: Advances and prospects*. Journal of Engineering Research and Reports. <https://journaljerr.com/index.php/JERR/article/view/1177>.
- International Labour Organization. (n.d.). *AI provides innovative ways to improve compliance with labour laws*. <https://www.ilo.org/resource/article/ai-provides-innovative-ways-improve-compliance-labour-laws>.
- Li, J., Zhang, Y., & Wang, H. (2025). *Advancements in artificial intelligence and machine learning for occupational risk prevention: A systematic review on predictive risk modeling and prevention strategies*. Sensors, 25(17), 5419. <https://www.mdpi.com/1424-8220/25/17/5419>.

- Müller, F., & Schneider, P. (2020). *A structured approach to risk assessment of machine learning applications*. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (pp. 345–356). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-57745-2_33.
- Nazari, F., & Khosravi, A. (2025). *Artificial intelligence and emerging technologies in assessing ergonomic risk factors in the workplace: A systematic review*. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/10519815251349793>.
- Patel, K., & Singh, R. (2020). *Ergonomic risk assessment based on computer vision and machine learning*. *Computers & Industrial Engineering*, 150, 106889. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835220305192?via%3Dihub>.
- Smith, T., & Brown, R. (2024). *Clinical applications of artificial intelligence in occupational health: A systematic literature review*. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. https://journals.lww.com/joem/abstract/2024/12000/clinical_applications_of_artificial_intelligence.1.aspx.
- Trio Mobil (n.d.). *Trio Safe & TrueAI system*. <https://www.triomobil.com/en>.
- Work Comp Professionals. (2025, March). *AI in occupational safety management*. <https://www.workcompprofessionals.com/advisory/2025L5/march/a3.html>.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR OPTIMIZING THE OCCUPATIONAL RISK ASSESSMENT PROCESS

Abstract. Occupational risk assessment is a crucial component of the occupational safety and health (OSH) management system. Traditional methods, although well-established, are often characterized by a certain level of subjectivity, limited objectivity and take up significant time and resources. In this context, the application of artificial intelligence (AI) represents a significant innovation with the potential to optimize the process through automated collection, analysis and interpretation of data on working conditions, technological risks and the human factor.

This study aims to explore the possibilities for integrating AI into the occupational risk assessment process in the context of national legislation and good European and international practices. The basic algorithms and machine learning models applicable to the identification, classification and prediction of risk factors are analysed. Practical examples are presented from the European Agency for Safety and Health at Work (EU – OSHA), the International Labour Organization (ILO) and leading private organizations implementing AI in their risk management systems.

The results of the analysis highlight the potential of AI to increase the efficiency, accuracy and preventive nature of risk assessment, while highlighting the challenges related to ethical aspects, data protection and the need to increase the digital competences of OSH professionals.

Keywords: risk assessment; machine learning; digital transformation

✉ **Efstathios Titopoulos, MSc.**

ORCID iD: 0000-0003-4084-1675

WoS Researcher ID: OLS-0383-2025

Technical University of Sofia

Bulgaria

E-mail: Titopoulos@lot-consult.com

✉ **Dr. Eng. Boryana Ilieva, Assoc. Prof.**

Technical University of Sofia

Bulgaria

E-mail: bilieva@tu-sofia.bg

✉ **Dr. Eng. Georgi Stanchev, Assoc. Prof.**

Technical University of Sofia

Bulgaria

E-mail: gstanchev@tu-sofia.bg

✉ **Filostratos Titopulos**

American University in Bulgaria

Bulgaria