

ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРА В ЗАДАЧАХ ЗНИЖЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі проведено комплексне дослідження впливу людського фактора на стан безпеки праці через призму цифровізації виробничих процесів. Розглянуто психофізіологічні механізми формування помилкових дій працівників та обґрунтовано необхідність впровадження адаптивних інформаційних систем для моніторингу стану персоналу. Дослідження базується на використанні сучасних методів комп'ютерного тестування та алгоритмів обробки даних для оцінки когнітивної стійкості й готовності фахівців до виконання робіт з підвищеною небезпекою. Особливу увагу приділено цифровій діагностиці ергономічної відповідності робочих місць та автоматизації аналізу соціально-психологічних чинників ризикованої поведінки.

Ключові слова: охорона праці, людський фактор, виробничий травматизм, професійний ризик, психофізіологічний стан, онлайн-тестування, автоматизація моніторингу безпеки.

Abstract

This research provides a comprehensive study of the impact of the human factor on occupational safety through the lens of the digitalization of production processes. It examines the psychophysiological mechanisms underlying workers' errors and justifies the need to implement adaptive information systems for monitoring personnel performance. The study is based on the use of modern computer testing methods and data processing algorithms to assess the cognitive resilience and readiness of specialists to perform high-risk tasks. Particular attention is paid to the digital diagnosis of the ergonomic suitability of workplaces and the automation of the analysis of the socio-psychological factors of risky behavior.

Keywords: occupational safety, human factor, workplace injuries, occupational risk, psychophysiological state, online testing, automated security monitoring.

Вступ

Розвиток сучасного виробництва характеризується складністю технологічних процесів та високим ступенем автоматизації. Проте, як зазначається у наукових дослідженнях, людський фактор залишається критичною ланкою, що визначає загальну безпеку системи. Проблема вибору правильної стратегії поведінки працівника в небезпечних ситуаціях прямо впливає на рівень його професійного росту та безпеку життєдіяльності в цілому. Еволюція ринку праці вимагає від спеціалістів не лише технічних навичок, а й високої психологічної стійкості та здатності до швидкої адаптації в цифровому середовищі.

Психофізіологічний аспект та когнітивні ресурси

Психофізіологічний аспект проблеми виробничого травматизму базується на фундаментальній обмеженості когнітивних ресурсів людини, де процес обробки інформації оператором включає послідовні етапи сприйняття, ідентифікації, прийняття рішення та моторної реалізації, на кожному з яких можливий збій під впливом ендогенних чинників, таких як стан функціонального напруження або сенсорний голод. В умовах монотонності, що є характерною для конвеєрного виробництва, виникає специфічний стан стагнації нервових процесів, який призводить до явища «гіпнозу дії», коли працівник виконує операції автоматично, втрачаючи при цьому здатність до екстреної реакції на раптову зміну параметрів середовища.

Водночас надмірне інформаційне навантаження викликає зворотний ефект, а саме емоційне вигорання та хаотичність дій, що математично корелює зі зростанням імовірності травмування, оскільки рівень

професійної підготовки та задоволеність обраною спеціальністю безпосередньо впливають на когнітивну стійкість фахівця. Для превентивного контролю цих станів у межах інформаційної системи пропонується реалізація алгоритмів безперервного аналізу психофізіологічної готовності персоналу до виконання небезпечних завдань.

З точки зору інформаційних технологій, цей процес базується на використанні адаптивних алгоритмів обробки результатів тестування, які дозволяють математично визначити момент виснаження когнітивного ресурсу через аналіз латентного часу реакції та варіативності відповідей респондентів. Використання комп'ютерної діагностики як сучасного методу обробки даних забезпечує можливість візуалізації динаміки функціонального стану працівника, що дозволяє системі автоматично виявляти критичні відхилення та прогнозувати шляхи вдосконалення безпеки. Таким чином, розробка спеціалізованого програмного забезпечення для вчасної діагностики стану людини дозволяє мінімізувати ризики, що виникають на перетині людської психіки та складного виробничого середовища, перетворюючи суб'єктивні психофізіологічні показники на об'єктивні дані для прийняття управлінських рішень.

Ергономічна відповідність та латентні загрози

Важливим вектором наукових досліджень у структурі виробничого травматизму є аналіз надійності людини через призму ергономічної відповідності, оскільки будь-яка невідповідність конструкції обладнання, інструментів або пультів керування антропометричним та біомеханічним лімітам працівника, зокрема зонам досяжності рук або кутам огляду, створює умови, за яких організм змушений компенсувати ці незручності за рахунок додаткових м'язових та нейронних зусиль. Таке постійне вимушене перенапруження неминує призводить до накопичення мікротравм та формування кумулятивної втоми, яка в певний момент маніфестується у вигляді гострого травматичного випадку, що підтверджує статус ергономічної дефектності робочого місця як латентної загрози, яка «чекає» на момент природного зниження пильності або виснаження адаптаційних резервів людини.

У контексті інформатизації безпеки задоволеність умовами праці та відповідність робочого середовища психофізіологічним особливостям фахівця розглядаються як вхідні параметри для моделювання професійного здоров'я. Ергономічні недоліки є не просто технічними незручностями, а фундаментальними передумовами системної вразливості, де латентна небезпека переходить у реальний нещасний випадок під дією найменшого зовнішнього тригера. Для ідентифікації таких прихованих загроз обґрунтовано впровадження спеціалізованих інформаційних модулів, які дозволяють за допомогою адаптивних алгоритмів аналізу результатів проходження опитувань респондентами виявляти кореляцію між ергономічними параметрами середовища та рівнем кваліфікації або втомлюваності спеціаліста.

Використання комп'ютерного моделювання та тестової перевірки знань дозволяє перевести суб'єктивні відчуття працівника щодо комфорту в об'єктивні цифрові показники. Завдяки можливості візуалізації даних у сучасних системах аналізу, адміністратори безпеки можуть вчасно виявляти зони ергономічного ризику та впроваджувати превентивні заходи. Таким чином, перехід до інтелектуальних систем моніторингу робочого простору забезпечує високу гнучкість та надійність управління, дозволяючи нейтралізувати ергономічну дефектність ще на етапі її формування як латентної загрози.

Соціально-психологічна складова та цифровізація безпеки

Соціально-психологічна складова людського фактора розкривається через складне поняття ризикованої поведінки, яка у багатьох випадках є свідомим вибором працівника, детермінованим прагненням до економії зусиль або термінового виконання виробничого плану. У цьому процесі ключову роль відіграє механізм адаптації до небезпеки: якщо працівник неодноразово порушував інструкцію і це не призводило до миттєвих негативних наслідків, у нього закономірно формується хибне відчуття невразливості, що поступово нівелює дію традиційних інструктажів та стає першопричиною грубих помилок. Саме тому сучасні стратегії мінімізації травматизму зміщують фокус на формування проактивної культури безпеки, де кожна дія персоналу оцінюється не за фінальним результатом, а за її відповідністю безпечному алгоритму, незалежно від того, чи стався конкретний нещасний випадок.

Важливим інструментом у реалізації такої стратегії стає цифровізація безпеки, зокрема впровадження універсальних систем онлайн-тестування, що дозволяють здійснювати ефективний аналіз результатів

відповідей та надавати персоналізовані рекомендації щодо корекції поведінкових установок. Використання адаптивних алгоритмів у таких цифрових системах забезпечує високу гнучкість та надійність контролю, дозволяючи адміністраторам візуалізувати дані про схильність окремих працівників до ризику та вчасно вдосконалювати їхні навички безпечної життєдіяльності. Таким чином, перехід від формального навчання до динамічних комп'ютерних систем перевірки знань є сучасним та ефективним підходом, який допомагає змінити психологічну установку фахівця та інтегрувати цифрові рішення у фундамент загальної культури безпеки підприємства.

Висновки

Підсумовуючи, можна констатувати, що людський фактор є не ізольованим джерелом помилок, а критичним компонентом у складній взаємодії системи «людина – машина – середовище», де загальна безпека безпосередньо залежить від здатності фахівця адаптуватися до високого ступеня автоматизації та зберігати психологічну стійкість. Психофізіологічна надійність оператора визначається межами його когнітивних ресурсів, оскільки виснаження через монотонність праці або інформаційне перевантаження створює прямі передумови для виникнення нещасних випадків. Важливо розуміти, що будь-яка ергономічна невідповідність робочого місця антропометричним лімітам людини виступає латентною загрозою, яка через накопичення втоми неминуче призводить до гострого травмування в моменти зниження пильності. Ефективна стратегія мінімізації травматизму повинна фокусуватися на трансформації культури безпеки, де пріоритетом є дотримання безпечних алгоритмів дії, а не лише фіксація відсутності інцидентів. Ключовим інструментом у цьому процесі стає цифровізація безпеки, зокрема впровадження адаптивних систем онлайн-тестування, які дозволяють здійснювати безперервний моніторинг стану персоналу, візуалізувати ризики та надавати персоналізовані рекомендації щодо підвищення кваліфікації. Поєднання глибокого аналізу психофізіологічних станів із сучасними комп'ютерними методами діагностики знань забезпечує формування проактивної системи управління охороною праці, здатної ефективно нейтралізувати загрози, зумовлені людським фактором.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Одарченко М. С., Одарченко А. М., Степанов В. І., Черненко Я. М. Основи охорони праці: підручник – Харків: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.
2. Reason, J. (2000), «Human error: models and management», British Medical Journal, Vol. 320 (7237), pp. 768–770.
3. Tairova, T.M. (2014), Metodologichni zasady monitoryngu vyrobnychogo travmatyzmu, monografija, «Osнова», Kyi'v, 201 p.
4. Villanueva, V. and Garcia, A.M. (2011), «Individual and occupational factors related to fatal occupational injuries: A case-control study», Accident Analysis & Prevention, Vol. 43, Issue 1, pp. 123–127.

Струшинська Вероніка Віталіївна – студентка кафедри комп'ютерних наук, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: strusinskaveronika@gmail.com;

Томчук Микола Антонович – кандидат технічних наук, доцент кафедри Обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tomchuk@vntu.edu.ua.

Strushynska Veronika Vitaliivna – student of Computer Science Department, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: strusinskaveronika@gmail.com;

Mykola Tomchuk – Cand. Sc. (Tech), Docent of Computer Technologies department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: tomchuk@vntu.edu.ua