



*І. М. Лях<sup>1</sup>, Н. Я. Шумило<sup>1</sup>, А. Ю. Ціпіньо<sup>1</sup>, Б. В. Дурняк<sup>2</sup>, В. Ц. Жидецький<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Державний вищий навчальний заклад “Ужгородський національний університет”,  
м. Ужгород, Україна

<sup>2</sup> Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5417-9403> – І. М. Лях

<https://orcid.org/0000-0002-4463-8132> – Н. Я. Шумило

<https://orcid.org/0009-0007-1704-2732> – А. Ю. Ціпіньо

<https://orcid.org/0000-0003-1526-9005> – Б. В. Дурняк

<https://orcid.org/0000-0002-2880-9616> – В. Ц. Жидецький



[igor.lyah@uzhnu.edu.ua](mailto:igor.lyah@uzhnu.edu.ua)

## ІНТЕГРАЦІЯ ЕРГОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ ІТ-ПІДПРИЄМСТВ

**Проблема.** У сучасних ІТ-підприємствах зростає роль нематеріальних чинників виробничого середовища, зокрема ергономічних умов праці, які безпосередньо впливають на здоров'я персоналу, продуктивність та рівень професійних ризиків. Системи управління охороною праці переважно орієнтовані на технічні та організаційні аспекти безпеки, залишаючи ергономічну складову фрагментарною та недостатньо формалізованою. Це ускладнює кількісну оцінку ергономічних ризиків і обмежує можливості їх урахування під час прийняття управлінських рішень.

**Мета.** Розробка та обґрунтування інтегрованого підходу до оцінювання ергономічних ризиків у межах інформаційної системи управління охороною праці ІТ-підприємства з використанням формалізованих показників і узагальнених критеріїв ризику.

**Методи дослідження.** У статті застосовано методи системного аналізу, математичного моделювання, нормалізації показників та зваженої агрегації критеріїв. Для уніфікації вхідних ергономічних параметрів використано метод мінімаксної нормалізації, що дозволило привести різномірні показники до єдиної шкали. Узагальнений ергономічний ризик визначався на основі лінійної згортки фізіологічних, організаційних та нормалізованих ергономічних факторів із використанням вагових коефіцієнтів.

**Результати.** Запропоновано концепцію інтеграції ергономічного компонента в інформаційну систему управління охороною праці, архітектура якої спрямована на забезпечення безперервного моніторингу умов праці та динамічної оцінки рівня ергономічних ризиків. Розроблено формалізований показник узагальненого ергономічного ризику, який дозволяє кількісно оцінювати рівень ергономічної відповідності робочого місця за тривірневою шкалою ризику (низький, середній, високий), що базується на системі вагових коефіцієнтів та лінійній згортці нормалізованих показників. Отримані результати підтверджують можливість підвищення обґрунтованості управлінських рішень шляхом поєднання ергономічних, медико-статистичних та організаційних даних у межах єдиної інформаційної системи.

**Висновки та конкретні пропозиції.** Результати дослідження свідчать про доцільність системної інтеграції ергономічних показників у процеси управління охороною праці ІТ-підприємств. Запропонований підхід може бути використаний для раннього виявлення підвищених ергономічних ризиків, оптимізації режимів праці та планування профілактичних заходів. Практичне застосування розробленої концептуальної моделі створює передумови для зниження професійних захворювань і підвищення стійкості виробничих процесів у довгостроковій перспективі.

**Ключові слова:** м'язово-скелетні розлади, зорове навантаження, ергономічні ризики, концептуальна модель, інформаційна система управління охороною праці.

## **INTEGRATION OF ERGONOMIC INDICATORS INTO THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEM OF IT COMPANIES**

**Introduction.** In modern IT companies, the role of intangible factors in the production environment is growing, in particular ergonomic working conditions, which directly affect staff health, productivity and the level of occupational risks. Existing occupational health and safety management systems are mainly focused on technical and organisational aspects of safety, leaving the ergonomic component fragmented and insufficiently formalised. This complicates the quantitative assessment of ergonomic risks and limits the possibilities for taking them into account when making management decisions.

**Purpose.** To develop and justify an integrated approach to assessing ergonomic risks within the occupational health and safety management information system of an IT company using formalised indicators and generalised risk criteria.

**Methods.** The article uses methods of system analysis, mathematical modelling, indicator normalisation and weighted aggregation of criteria. To unify the input ergonomic parameters, minimax normalisation was used, which made it possible to bring heterogeneous indicators to a single scale. The generalised ergonomic risk was determined based on the linear convolution of physiological, organisational and normalised ergonomic factors using weighting coefficients.

**Results.** A concept for integrating the ergonomic component into the occupational health and safety management information system is proposed, which provides continuous monitoring of working conditions and dynamic assessment of the level of ergonomic risks. A formalised indicator of generalised ergonomic risk has been developed, which allows for a quantitative assessment of the impact of the duration of static loads, working conditions and the compliance of the workplace with ergonomic requirements. The results obtained confirm the possibility of improving the validity of management decisions by combining ergonomic, medical-statistical and organisational data within a single information system.

**Conclusion.** The results of the study indicate the feasibility of systematic integration of ergonomic indicators into the occupational health and safety management processes of IT companies. The proposed approach can be used for early detection of increased ergonomic risks, optimisation of working conditions and planning of preventive measures. The practical application of the developed conceptual model creates the conditions for reducing occupational diseases and increasing the sustainability of production processes in the long term.

**Keywords:** musculoskeletal disorders, visual strain, ergonomic risks, conceptual model, occupational health and safety management information system.

### **Вступ**

Сучасний розвиток інформаційних технологій характеризується значним зростанням частки працівників, чия професійна діяльність пов'язана з тривалою комп'ютерною працею. Тривала робота з відеотермінальними пристроями визнана одним із основних факторів професійного ризику для працівників ІТ-галузі [1, 2]. Постійна фіксація погляду на екрані, дрібні елементи інтерфейсу та інтенсивна концентрація уваги призводять до розвитку синдрому комп'ютерного зору, який проявляється сухістю очей, зоровою втомою та головним болем [3]. Неналежне освітлення робочого місця, невідповідні параметри яскравості й контрастності монітора посилюють негативний вплив на органи зору, що потребує регламентування режимів праці та відпочинку в системі охорони праці.

Окрім зорового перенавантаження сидячий спосіб роботи ІТ-спеціалістів зумовлює підвищене навантаження на опорно-руховий апарат. Тривале перебування у сидячому положенні, повторювані рухи кистей і пальців, а також неправильне положення тіла сприяють

виникненню м'язово-скелетних розладів (МСР), зокрема болу в шийному та поперековому відділах хребта, зап'ясткового тунельного синдрому та хронічного м'язового перенапруження [4, 5]. Такі порушення мають тенденцію до накопичення, зокрема, за деякими оцінками, серед офісних працівників без належної профілактики поширеність МСР може сягати 20-60% випадків, які часто супроводжуються сильним болем у шиї, спині та інших частинах тіла.

Зазвичай ергономіка розглядається як набір рекомендацій із організації робочого місця або як одноразова оцінка ризиків. Однак, в умовах цифровізації та зростання ролі інтелектуальної праці, такий фрагментарний підхід є недостатнім для ефективного управління професійними ризиками.

Це особливо важливо, оскільки дослідження, зокрема ті, що агреговані в систематичних оглядах, підтверджують стійкий зв'язок між нераціональною ергономікою, тривалим статичним навантаженням та поширенням МСР серед офісних працівників [6]. Наявні ергономічні інтервенції демонструють непослідовну або, в деяких випадках, низьку ефективність за даними

попередніх робіт. Цей факт свідчить про суперечність результатів, отриманих за допомогою стандартних підходів, і підкреслює необхідність розробки більш гнучких механізмів профілактики професійних захворювань.

З огляду на динамічний характер ІТ-середовища, ключовими не вирішеними аспектами проблеми залишаються: відсутність безперервного динамічного моніторингу ергономічних показників у реальному часі; слабка системна інтеграція ергономічних параметрів в єдині управлінські системи охорони праці; недостатня адаптація існуючих моделей до специфічних умов праці ІТ-фахівців, включаючи віддалену та гібридну роботу. Саме тому сучасні підходи до охорони праці в ІТ-галузі потребують переходу від фрагментарного впровадження ергономічних заходів до їх системної інтеграції в загальну систему управління охороною праці підприємства.

Метою цього дослідження є розроблення та обґрунтування інтегрованої математичної моделі оцінювання ергономічних ризиків в ІТ-середовищі та її включення як частиною в систему управління охороною праці в ІТ-галузі для забезпечення проактивного моніторингу умов праці [7].

#### Методи дослідження

З метою кількісного аналізу впливу ергономічних факторів на умови праці ІТ-фахівців у роботі запропоновано інтегровану математичну модель, що поєднує показники зорового навантаження, м'язово-скелетних ризиків, психоемоційного стану та організаційних параметрів робочого процесу [8]. Модель орієнтована на використання в ІТ-середовищі в управлінні охороною праці та передбачає можливість безперервного проактивного моніторингу ергономічних ризиків [9].

Наше дослідження ґрунтується на формалізації ергономічних факторів, що передбачають розробку декількох інтегральних індексів, зокрема, зорове навантаження описується наступним показником:

$$V = \omega_1 T_s + \omega_2 B + \omega_3 C + \omega_4 L, \quad (1)$$

де  $T_s$  – тривалість безперервної роботи за екраном,  $B$  – нормалізований рівень яскравості монітора,  $C$  – контрастність зображення,  $L$  – освітленість робочого місця, а  $\omega_i$  – відповідні вагові коефіцієнти (обов'язково, щоб  $\sum \omega_i = 1$ ).

Вагові коефіцієнти  $\omega_i$ , що визначають значущість параметрів зорового навантаження для ІТ-фахівців, були встановлені експертним шляхом у таких значеннях: тривалість безперервної роботи за екраном  $\omega_1 = 0,40$ ; рівень яскравості монітора  $\omega_2 = 0,25$ ; контрастність зображення  $\omega_3 = 0,20$  та освітленість робочого місця  $\omega_4 = 0,15$ . Такий розподіл вагових коефіцієнтів підкреслює критичну роль тривалості безпосередньої роботи з монітором

як основного чинника виникнення зорової втоми в ІТ-середовищі.

Наступний ризик м'язово-скелетних розладів, який описується індексом навантаження:

$$M = \lambda_1 T_{stat} + \lambda_2 P + \lambda_3 R + \lambda_4 F, \quad (2)$$

де  $T_{stat}$  – тривалість статичного навантаження,  $P$  – коефіцієнт відхилення робочої пози від ергономічної норми,  $R$  – частота повторюваних рухів,  $F$  – рівень м'язової втоми, а  $\lambda_i$  – відповідні вагові коефіцієнти (обов'язково, щоб  $\sum \lambda_i = 1$ ).

Для визначення індексу м'язово-скелетного навантаження  $M$  вагові коефіцієнти  $\lambda_i$  розподілені згідно з пріоритетністю впливу факторів на опорно-руховий апарат: тривалість статичного навантаження  $\lambda_1 = 0,40$ , коефіцієнт відхилення робочої пози від ергономічної норми  $\lambda_2 = 0,30$ , частота повторюваних рухів  $\lambda_3 = 0,20$  та рівень м'язової втоми  $\lambda_4 = 0,10$ . Отримані значення відображають найбільшу небезпеку саме тривалості гіподинамії та нераціональної пози для здоров'я хребта працівників.

На основі цих компонентів, а також показників перерв та психоемоційного стану, формується інтегральний ергономічний індекс робочого місця.

$$E = \sum_{i=1}^5 \alpha_i E_i, \quad (3)$$

де  $E_i$  – нормалізовані значення ергономічних факторів,  $\alpha_i$  – їхні вагові коефіцієнти, визначені експертним шляхом. Для визначення вагових коефіцієнтів  $\alpha_i$  було залучено групу з 7 експертів (фахівці з охорони праці, ергономісти та провідні ІТ-менеджери зі стажем понад 10 років). Оцінювання проводилося методом парних порівнянь. Узгодженість думок експертів перевірялася за допомогою коефіцієнта конкордації Кендалла ( $W = 0,82$ ), що свідчить про високу ступінь згоди (деталізовані в таблиці 1).

**Таблиця 1**

Вагові коефіцієнти ергономічних факторів

Фактор	Позначення	Вагові коефіцієнти $\alpha_i$
Тривалість роботи	$E_1$	0.30
Робоча поза	$E_2$	0.25
Зорове навантаження	$E_3$	0.20
Перерви	$E_4$	0.15
Психоемоційний стан	$E_5$	0.10

Вибір п'яти інтегральних факторів зумовлений необхідністю створення збалансованої моделі, яка була б придатною для автоматизованого моніторингу без надмірного ускладнення обчислень. Зокрема, фактор психоемоційного стану ( $E_5$ ) у межах цієї моделі розглядається як комплексний показник когнітивної ергономіки. Він інтегрує в собі оцінку

ментального навантаження, спричиненого багатозадачністю, та рівень стресу, пов'язаний із жорсткими часовими обмеженнями (дедлайнами). Врахування цих аспектів дозволяє моделі вийти за межі суто фізичного аналізу робочого місця і забезпечити проактивне управління ризиками професійного вигорання, що є критичним для сталого розвитку ІТ-підприємств.

Нормалізація вхідних показників здійснювалася за формулою поданою нижче:

$$E_i^{norm} = \frac{E_i - E_i^{min}}{E_i^{max} - E_i^{min}}, \quad (4)$$

де  $E_i^{norm}$  – нормалізоване значення  $i$ -го ергономічного фактора,  $E_i$  – поточне вимірне значення фактора,  $E_i^{min}$  та  $E_i^{max}$  – мінімально та максимально допустимі (або зафіксовані) значення даного показника відповідно.

Узагальнений ергономічний ризик  $R$ , що об'єднує фізіологічні та організаційні чинники в єдину кількісну оцінку, визначається як:

$$R = \gamma_1 V + \gamma_2 M + \gamma_3 (1 - E_i^{norm}), \quad (5)$$

де  $V$  – індекс зорового навантаження,  $M$  – індекс навантаження, пов'язаного із ризиком мускульно-статичного навантаження,  $E_i^{norm}$  – нормалізоване значення інтегрального ергономічного індексу робочого місця,  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  – вагові коефіцієнти, що визначають ступінь внеску кожного виду навантаження у сумарний показник ризику.

Для ІТ-підприємств, враховуючи специфіку роботи, експертним шляхом встановлено такі значення вагових коефіцієнтів:  $\gamma_1 = 0,35$ ;  $\gamma_2 = 0,45$ ;  $\gamma_3 = 0,20$  (при цьому  $\sum \gamma_i = 1$ ). Вагові коефіцієнти  $\gamma_i$  були встановлені тією ж експертною групою (7 фахівців у галузі

ергономіки та охорони праці) за методом парних порівнянь. Високий ступінь узгодженості думок експертів ( $W = 0,82$ ).

Застосування математичного апарату дозволяє формалізувати процес оцінювання ергономічних ризиків і створює основу для подальшого аналізу динаміки умов праці та обґрунтування управлінських рішень у системі охорони праці ІТ-підприємства.

Результати дослідження

Розроблена концепція полягає у системній інтеграції ергономічного компонента в загальну інформаційну систему управління охороною праці (ІСУОП) ІТ-підприємства. На відміну від фрагментарного впровадження заходів, інтегрований підхід передбачає безперервний, проактивний моніторинг умов праці. Ключова роль відводиться систематичному збору, аналізу та обробці ергономічних даних, які характеризують умови роботи ІТ-фахівців, зокрема показники тривалості статичного навантаження, частоти перерв, параметри робочої пози, а також результати оцінки відповідності робочого місця ергономічним вимогам. Узагальнення цих даних у межах єдиної інформаційної системи дозволяє здійснювати моніторинг ергономічних ризиків у динаміці. Особливого значення набуває поєднання ергономічних показників із медико-статистичними та організаційними даними, що створює обґрунтовану базу для прийняття управлінських рішень.

Для інтерпретації розрахованого узагальненого ергономічного ризику ( $R$ ) та визначення відповідності робочого місця нормам, запропоновано шкалу оцінювання (табл. 2).

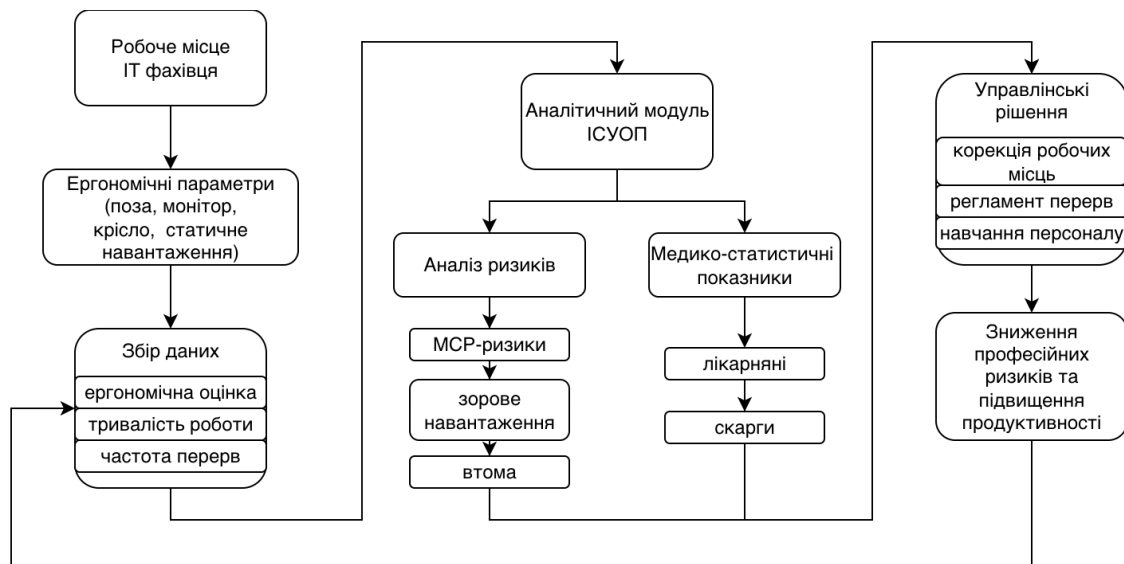
Таблиця 2

Критерії оцінювання рівня узагальненого ергономічного ризику  $R$

Діапазон значень $R$	Рівень ризику	Категорія важкості праці	Стан ергономічної відповідності	Рекомендовані дії
0,00– 0,30	Низький	Оптимальна / Допустима	Повна відповідність	Регулярний моніторинг
0,31– 0,60	Середній	Шкідлива 1-2 ступеня	Часткова невідповідність	Планова корекція робочого місця, регламентація перерв
0,61– 1,00	Високий	Шкідлива 3 ступеня / Небезпечна	Суттєве порушення ергономічних вимог	Негайна модернізація місця, зміна режиму праці

Критерієм порушення ергономічних вимог вважається досягнення показником  $R$  значення понад 0,60. Така бальна система дозволяє не

просто фіксувати факт порушення, а й кількісно оцінювати динаміку покращення умов після впровадження управлінських рішень.



**Рисунок 1** – Концептуальна модель із відображенням циклічності управління ергономікою

Концептуальна схема демонструє циклічний характер управління ергономічними ризиками, починаючи від моніторингу параметрів робочого місця ІТ-фахівця та проходячи через аналітичну обробку в модулі ІСУОП до прийняття управлінських рішень. Особливістю архітектури системи є замкнений контур зворотного зв'язку, що з'єднує фінальний етап зниження ризиків із блоком збору даних.

На цьому етапі здійснюється безперервний моніторинг ефективності впроваджених заходів: результати корекції робочих місць, зміни

регламентів перерв та навчання персоналу автоматично стають вхідними даними для наступного циклу оцінки. Це забезпечує адаптивний характер системи та її постійне вдосконалення, дозволяючи оперативно реагувати на динамічні умови праці в ІТ-середовищі, що є принциповою відмінністю від статичних періодичних аудитів. Ключові відмінності такого інтегрованого інноваційного підходу від традиційних ергономічних методів деталізовано у таблиці 3.

**Таблиця 3**

Результати порівняльного аналізу оцінювання

Характеристика / Показник	Традиційні ергономічні підходи	Інтегровані інноваційні підходи
Оцінка ризиків	одноразова або періодична (аудити робочих місць)	безперервний моніторинг ергономічних показників (цифрові дані про позу/перерви/стрес)
Поширеність МСР	до 20-60 % випадків у офісних працівників без профілактики; з високою частотою болю в шії, спині тощо	Програма на основі даних може прогнозувати ризики та скорочувати випадки захворювань (через статистичний аналіз поз і роботи)
Організаційні фактори (стрес, навантаження)	нечасто враховуються системно	інтегровані зі статистикою продуктивності та психосоціальними факторами
Ефективність інтервенцій	непослідовна; деякі елементи (наприклад, тренінг, перерви) мають низьку/сумнівну ефективність	На основі систематичного збору даних ефективність інтервенцій може бути оцінена кількісно й адаптована під індивіда (ШІ-алгоритми, зворотний зв'язок)
Адаптація до змін умов праці	обмежена	Природна частина системи, бо дані можна збирати дистанційно та інтегрувати в моніторинг
Оцінка фізичних навантажень	частіше «статична діагностика»	динамічні індекси, сенсорні дані, стрес-оцінки в реальному часі
Профілактичний ефект на МСР	деякі зміни робочого місця та тренінги показали зниження скарг у групових дослідженнях	Очікується кращий профілактичний ефект завдяки адаптації заходів під конкретну поведінку працівника

Отримані структурні та функціональні відмінності між традиційними й інтегрованими підходами до управління ергономічними ризиками створюють передумови для їх кількісного

зіставлення [10]. Застосування модельного підходу дозволяє перейти від якісного опису організації праці до числової оцінки ефективності різних сценаріїв, що є необхідним для обґрунтування

доцільності впровадження інтегрованих ергономічних рішень в ІТ-середовищі.

Таким чином, отримані результати дослідження підтверджують, що інтеграція ергономічних показників у ІСУОП забезпечує суттєве зниження професійних ризиків та підвищення продуктивності праці. Розроблена концептуальна модель із відображенням циклічності управління ергономікою слугувала основою для кількісного зіставлення підходів, тому має практичну цінність і може бути використана як основа для цифрових систем моніторингу умов праці в ІТ-компаніях, забезпечуючи перехід до проактивної та адаптивної системи охорони праці.

#### **Обговорення результатів досліджень**

Головна перешкода для ефективного управління ергономічними ризиками в ІТ-середовищі полягає у невизначеності та фрагментарності оцінки умов праці. Отримані результати підтверджують стійкий зв'язок між нераціональною організацією робочого місця, тривалим статичним навантаженням та високою поширеністю м'язово-скелетних розладів (МСР) серед офісних працівників, яка може сягати 20-60%. Однак, на відміну від наявних підходів, які часто фіксують непослідовну або низьку ефективність традиційних, фрагментарних ергономічних інтервенцій, запропонований підхід забезпечує системну інтеграцію ергономіки в управління охороною праці.

Ключовою перевагою розробленої концептуальної моделі із відображенням циклічності управління ергономікою є перехід від статичної до адаптивної кількісної оцінки ергономічних ризиків. На основі формалізації ергономічних факторів (зорове навантаження  $V$ , м'язово-скелетний розлад  $M$ , інтегральний індекс  $E$ ) вперше запропоновано узагальнений індекс ергономічного ризику  $R$ , який об'єднує фізіологічні, організаційні та психоемоційні чинники.

Попри значущість отриманих кількісних результатів, це дослідження має низку обмежень. По-перше, вагові коефіцієнти інтегральних індексів, що формують узагальнений ергономічний ризик  $R$ , були визначені експертним шляхом, що потребує подальшої валідації на репрезентативних емпіричних даних. По-друге, оскільки дослідження ґрунтується на теоретичному обґрунтуванні та імітаційній оцінці, ключовим обмеженням є відсутність безпосередньої емпіричної перевірки запропонованої концептуальної моделі в реальних умовах в ІТ-компанії.

#### **Висновки**

У ході дослідження було розроблено та обґрунтовано інтегровану математичну модель оцінювання ергономічних ризиків, що створює теоретичне підґрунтя для переходу до проактивної системи охорони праці в ІТ-галузі. Запропонована концепція системної інтеграції

ергономіки в загальну ІСУОП ІТ-підприємства дає змогу обґрунтувати перехід від фрагментарного впровадження заходів до комплексного управління ризиками. Розроблена модель передбачає можливість реалізації адаптивного підходу через механізм безперервного динамічного моніторингу умов праці. В межах моделі вперше запропоновано узагальнений індекс ергономічного ризику  $R$ , який інтегрує фізіологічні, організаційні та психоемоційні чинники в єдину кількісну оцінку.

Практична значущість результатів полягає у розробці математичного апарату, який може бути інтегрований у цифрові системи управління охороною праці ІТ-компаній. Модель, реалізована у вигляді програмного модуля, орієнтована на автоматизацію моніторингу та формування бази для прийняття управлінських рішень. Згідно з результатами концептуального моделювання, такий підхід вказує на високий потенціал для зниження професійних ризиків, пов'язаних із МСР та зоровими порушеннями, а також створює передумови для підвищення продуктивності праці завдяки оптимізації умов діяльності. Особливого значення набуває замкнений контур зворотного зв'язку, який дозволяє здійснювати моніторинг ефективності впроваджених заходів у реальному часі.

Оскільки отримана модель на даному етапі має концептуальний характер, перспективи подальших досліджень спрямовані на розробку програмного забезпечення та проведення повномасштабної експериментальної валідації. Це дозволить емпірично підтвердити фактичне зниження професійних ризиків та верифікувати прогнозований економічний ефект від впровадження системи.

#### **Список літератури:**

1. Iram H., Kashif M., Sattar M., Bhatti Z. M., Dustgir A., Mehdi Z. Ergonomic risk factors among computer office workers for complaints of arm, neck and shoulder and workstation evaluation. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 2022, 73(1), P. 321-326. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-211029>
2. Жидецький В. Ц., Лях І. М. Виробничі фактори, що чинять несприятливу дію на оператора комп'ютерного набору. *Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. X Міжнар. наук. техн. конф.* (14-17 травня 2025, м. Харків) / редкол.: І.Б. Чеботарьова, О.В. Вовк, Ж.В. Дейнеко. Київ: ТОВ «Видавництво Ліра-К», 2025. Т. 1. С. 23 – 24.
3. Galindo-Romero C., Rodríguez-Zamora C. L., García-Ayuso D., Di Pierdomenico J., Valiente-Soriano F. J. Computer vision syndrome-related symptoms in presbyopic computer workers. *International Ophthalmology*, 2023, 43(9), P. 3237-3245. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10792-023-02724-z>

4. Tersa-Miralles C., Bravo C., Bellon F., Pastells-Peiro R., Arnaldo E. R., Rubi-Carnacea F. Effectiveness of workplace exercise interventions in the treatment of musculoskeletal disorders in office workers: a systematic review. *BMJ Open*, 2022, 12(1). DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-054288>

5. Padua L., Cuccagna C., Giovannini S., Coraci D., Pelosi L., Loreti C., Hobson-Webb L. D. Carpal tunnel syndrome: updated evidence and new questions. *The Lancet Neurology*, 2023, 22(3), P. 255-267 [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(22\)00432-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(22)00432-X)

6. Hoe V. C., Urquhart D. M., Kelsall H. L., Zamri E. N., Sim M. R. Ergonomic interventions for preventing work-related musculoskeletal disorders of the upper limb and neck among office workers. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018, 10(10). DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008570.pub3>

7. Saxena V. Predictive analytics in occupational health and safety. *BARC Newsletter*, 2024, Sep–Oct Issue, P. 53–57

8. Моргачова В. І. Дослідження методології оцінювання професійних ризиків. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2021. № 5. С. 68-75. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.261021.68.803>

9. Sarbat I., Ozmehmet Tasan S. Ergonomics indicators: A proposal for sustainable process performance measurement in ergonomics. *Ergonomics*, 2022, 65(1), P. 3-38. DOI: <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1953614>

10. Santos W., Rojas C., Isidoro R., Lorente A., Dias A., Mariscal G., Benlloch M., Lorente R. Efficacy of Ergonomic Interventions on Work-Related Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 2025, 14(9), P. 3034. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm14093034>

#### References:

1. Iram, H., Kashif, M., Sattar, M., Bhatti, Z. M., Dustgir, A., & Mehdi, Z. (2022). Ergonomic risk factors among computer office workers for complaints of arm, neck and shoulder and workstation evaluation. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 73(1), 321-326. <https://doi.org/10.3233/WOR-211029>

2. Zhydetskyi, V. Ts., & Liakh, I. M. (2025). Vyrobnuchi factory, shcho chynyat nesppriyatlyvu diiu na operatora kompiuternoho naboru. [Production factors that have an adverse effect on the computer typing operator] In I. B. Chebotarova, O. V. Vovk, &

Zh. V. Deineko (Eds.), *Polihrafichni, multymediini ta web-tekhnologii: tezy dopovidei X Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii* (Vol. 1, pp. 23–24). TOV “Vydavnytstvo Lira-K”. [in Ukrainian].

3. Galindo-Romero, C., Rodríguez-Zamora, C. L., García-Ayuso, D., Di Pierdomenico, J., & Valiente-Soriano, F. J. (2023). Computer vision syndrome-related symptoms in presbyopic computer workers. *International Ophthalmology*, 43(9), 3237-3245. <https://doi.org/10.1007/s10792-023-02724-z>

4. Tersa-Miralles, C., Bravo, C., Bellon, F., Pastells-Peiro, R., Arnaldo, E. R., & Rubi-Carnacea, F. (2022). Effectiveness of workplace exercise interventions in the treatment of musculoskeletal disorders in office workers: a systematic review. *BMJ open*, 12(1). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-054288>

5. Padua, L., Cuccagna, C., Giovannini, S., Coraci, D., Pelosi, L., Loreti, C., ... & Hobson-Webb, L. D. (2023). Carpal tunnel syndrome: updated evidence and new questions. *The Lancet Neurology*, 22(3), 255-267. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(22\)00432-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(22)00432-X)

6. Hoe, V. C., Urquhart, D. M., Kelsall, H. L., Zamri, E. N., & Sim, M. R. (2018). Ergonomic interventions for preventing work-related musculoskeletal disorders of the upper limb and neck among office workers. *The Cochrane database of systematic reviews*, 10(10). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008570.pub3>

7. Vyom Saxena. (2024). Predictive analytics in occupational health and safety. *BARC Newsletter*, Sep–Oct 2024 Issue, p. 53–57.

8. Morhachova, V. I. (2021). Doslidzhennia metodologii otsiniuvannia profesiinykh ryzykiv. [Research on the methodology for assessing occupational risks] *Ukrainian Journal of Construction and Architecture*, 5, 68–75. <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.261021.68.803> [in Ukrainian].

9. Sarbat, I., & Ozmehmet Tasan, S. (2022). Ergonomics indicators: A proposal for sustainable process performance measurement in ergonomics. *Ergonomics*, 65(1), 3-38. <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1953614>

10. Santos, W., Rojas, C., Isidoro, R., Lorente, A., Dias, A., Mariscal, G., Benlloch, M., & Lorente, R. (2025). Efficacy of Ergonomic Interventions on Work-Related Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 14(9), 3034. <https://doi.org/10.3390/jcm14093034>

© I. М. Лях, Н. Я. Шумило, А. Ю. Ціпіньо,  
Б. В. Дурняк, В. Ц. Жидецький, 2026.

**Науково-методична стаття.**

Надійшла до редакції 19.01.2026.

Прийнята до друку 29.04.2026.

Опублікована 25.05.2026.