

УДК 331.101.1

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.301024.160.1105

## ЕРГОНОМІЧНІСТЬ ЯК ФАКТОР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН НА ПРИКЛАДІ ЕКСКАВАТОРІВ

ШАЛОМОВ В. А.<sup>1\*</sup>, канд. техн. наук, доц.,

БЄЛІКОВ А. С.<sup>2</sup>, докт. техн. наук, проф.,

ЖИРКОВ В. Ю.<sup>3</sup>, асп.,

ХРЯП П. Д.<sup>4</sup>, асп.,

ШАЛОМОВ О. В.<sup>5</sup>, маг.

<sup>1\*</sup> Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: [shalomov.volodymyr@pdaba.edu.ua](mailto:shalomov.volodymyr@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

<sup>2</sup> Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: [belikov@pdaba.edu.ua](mailto:belikov@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>3</sup> Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: [zhirkov.viacheslav@365.pdaba.edu.ua](mailto:zhirkov.viacheslav@365.pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0009-0002-2819-2094

<sup>4</sup> Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: [khriap.pavlo@365.pdaba.edu.ua](mailto:khriap.pavlo@365.pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0009-0003-2222-5614

<sup>5</sup> Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: [18054.shalomov@365.pdaba.edu.ua](mailto:18054.shalomov@365.pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-4500-5767

**Анотація.** *Постановка проблеми.* Для створення безпечних умов праці машиністів екскаваторної техніки важливі питання ефективного керування ергономічними показниками якості, підвищення надійності екскаваторів, поліпшення санітарно-гігієнічних умов і комфорту праці операторів. Сукупність ергономічних показників системи «оператор–екскаватор», до яких належать керованість, заселеність, обслуговуваність, освоюваність і технологічність, і визначає поняття ергономічності (критеріальна категорія менеджменту якості, яка одночасно розглядається як об'єкт керування). Зміни, що відбуваються в будівництві, впливають на ефективність функціонування системи «оператор–екскаватор» з урахуванням конкретних виробничо-технічних, природно-кліматичних і соціально-економічних умов. Переозброєння будівельних майданчиків екскаваторами нового покоління, оснащеними сучасними керуючими, комп'ютерними інформаційно-діагностичними системами, апаратними та програмними засобами передавання, оброблення й аналізу даних, не лише забезпечують підвищення ефективності будівельних робіт, а й змінюють характер взаємодії людини і машини. **Мета дослідження** – забезпечення безпеки під час роботи будівельних машин (екскаваторів) з урахуванням критеріїв ергономічності. Це актуальне наукове завдання, виконання якого дозволить поліпшити умови праці та підвищити ефективність роботи екскаваторів. **Висновок.** Дослідження показали, що ергономічна складова «людина – машина – середовище» на прикладі вдосконалення екскаваторів дозволяє підвищити безпеку машин та поліпшити умови праці машиністів будівельних машин. Використання математичного апарату теорії нечітких множин для оцінювання та управління ергономічністю екскаваторів зумовлене характером і специфікою функціонування елементів системи «оператор – екскаватор». Інформація про елементи системи може бути представлена суб'єктивними думками або судженнями, неточними даними або похибками у вимірах і розрахунках параметрів. Отже, необхідно використовувати математичний інструментарій, що враховує кількісну і якісну інформацію, подану в лінгвістичній формі.

**Ключові слова:** ергономічність; система «людина – машина – середовище»; екскаватори; безпечні умови; організація робочого місця; охорона праці

## ERGONOMICS AS A FACTOR IN ENSURING SAFETY DURING THE OPERATION OF CONSTRUCTION MACHINES ON THE EXAMPLE OF EXCAVATORS

SHALOMOV V.A.<sup>1\*</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,

BIELIKOV A.S.<sup>2</sup>, Dr. Sc. (Tech.), Prof.,

ZHYRKOV V.Yu.<sup>3</sup>, Postgrad. Stud.,

KHRIAP P.D.<sup>4</sup>, Postgrad. Stud.,

SHALOMOV O.V.<sup>5</sup>, *Master in Eng.*

<sup>1\*</sup> Department of Labor Protection, Civil and Technogenic Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: [shalomov.volodymyr@pdaba.edu.ua](mailto:shalomov.volodymyr@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

<sup>2</sup> Department of Labor Protection, Civil and Technogenic Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: [belikov@pdaba.edu.ua](mailto:belikov@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>3</sup> Department of Labor Protection, Civil and Technogenic Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: [zhirkov.viacheslav@365.pdaba.edu.ua](mailto:zhirkov.viacheslav@365.pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0009-0002-2819-2094

<sup>4</sup> Department of Labor Protection, Civil and Technogenic Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: [khriap.pavlo@365.pdaba.edu.ua](mailto:khriap.pavlo@365.pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0009-0003-2222-5614

<sup>5</sup> Department of Labor Protection, Civil and Technogenic Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: [18054.shalomov@365.pdaba.edu.ua](mailto:18054.shalomov@365.pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-4500-5767

**Abstract. Problem statement.** To improve the safe working conditions of excavator operators, it is important to effectively manage ergonomic quality indicators, increase the reliability of excavators, and improve the sanitary and hygienic conditions and comfort of operators. The set of ergonomic indicators of the operator–excavator system, including controllability, occupancy, serviceability, masterability and manufacturability, defines the concept of ergonomics (a criterion category of quality management that is also considered as an object of management). Changes in construction affect the efficiency of the operator-excavator system, taking into account specific production and technical, natural and climatic, and socio-economic conditions. The re-equipment of construction sites with new generation excavators equipped with modern control, computer information and diagnostic systems, hardware and software for data transmission, processing and analysis not only improves the efficiency of construction work but also changes the safe nature of human-machine interaction. **The purpose of the article.** Ensuring safety during the operation of construction machines (excavators), taking into account ergonomics criteria, which is an urgent scientific task, the solution of which will improve working conditions and increase the efficiency of excavators. **Conclusion.** The conducted research has shown that the ergonomic component “man – machine – environment” on the example of improving excavators allows to increase the safety of machines and improve the working conditions of construction machine operators. The use of the mathematical apparatus of fuzzy set theory to evaluate and manage the ergonomics of excavators is due to the nature and specificity of the functioning of the elements of the “operator–excavator” system. Information about the system elements can be represented by subjective opinions or judgements, inaccurate data or errors in measurements and parameter calculations. Therefore, it is necessary to use mathematical tools that take into account quantitative and qualitative information presented in linguistic form.

**Keywords:** ergonomics; human–machine–environment system; excavators; safe conditions; workplace organisation; labour protection

**Постановка проблеми.** Будівельна галузь – одна з найважливіших серед галузей народного господарства, від якої залежить ефективність функціонування усієї системи господарювання України.

Для поліпшення безпечних умов праці машиністів екскаваторної техніки важливими стали питання ефективного керування ергономічними показниками якості, підвищення надійності екскаваторів, санітарно-гігієнічних умов і комфорту праці операторів.

Сукупність ергономічних показників системи «оператор – екскаватор», до яких належать керованість, заселеність, обслуговуваність, освоєваність і технологічність, і визначає поняття ергономічності (критеріальна категорія менеджменту якості, яка одночасно розглядається як об'єкт керування).

Зміни, що відбуваються в будівництві, впливають на ефективність функціонування системи «оператор – екскаватор» з урахуванням конкретних виробничо-технічних, природно-кліматичних і соціально-економічних умов. Переозброєння будівельних майданчиків екскаваторами нового покоління, оснащеними сучасними керуючими, комп'ютерними інформаційно-діагностичними системами, апаратними та програмними засобами передавання, оброблення й аналізу даних, не лише забезпечують підвищення ефективності будівельних робіт, а й змінюють безпечний характер взаємодії людини і машини.

Отже, удосконалення будівельних екскаваторів за критерієм ергономічності стає актуальною науковою проблемою, розв'язання якої дасть змогу підвищити ефективність їх функціонування, а найголовніше – поліпшити умови праці

екскаваторників.

**Аналіз публікацій.** З досвіду провідних зарубіжних і вітчизняних підприємств установлено, що поліпшення ергономічних і естетичних параметрів будівельної техніки дедалі більше стає основним напрямом зростання її конкурентоспроможності і поліпшення умов праці машиністів екскаваторів.

Якість будь-якого промислового виробу характеризується трьома складовими: технічними, естетичними та ергономічними показниками.

Дослідженнями науковців [1–5] установлено, що є особливості в оцінюванні через труднощі порівняльного врахування складних умов експлуатації та різноманіття специфічних конструкцій будівельних машин.

У зв'язку зі складністю врахування великої кількості чинників умов експлуатації, що постійно змінюються, різноманіттям будівельних машин, невеликою їх серійністю і швидкою зміною зразків, методики оцінювання якості устаткування потребують удосконалення та адаптації до сучасних умов будівництва.

У дослідженнях [4; 5] розроблено методику безекспертного оцінювання якості будівельних машин. Дано трактування поняття функціонального критерію машин і сформульовано принципи керування якістю машин на різних стадіях життєвого циклу: під час проєктування, виготовлення та експлуатації.

#### **Результати досліджень.**

Використання математичного апарату теорії нечітких множин для оцінювання та управління ергономічністю екскаваторів зумовлюється характером і специфікою функціонування елементів системи «оператор – екскаватор». Інформація про елементи системи може бути представлена суб'єктивними думками або судженнями, неточними даними або похибками у вимірах і розрахунках параметрів. Тому виникає необхідність застосування математичного інструментарію, що враховує кількісну і якісну інформацію, подану в лінгвістичній формі [6; 7].

Категорія «якість продукції» поставила на порядок денний проблему ролі та місця

людського фактора в сучасному менеджменті якості, яку формулюють як керування ергономічним рівнем якості (ергономічністю) продукції (УЕРЯП) [4].

Відповідно до ДСТУ EN 60447:2022 сукупність ергономічних властивостей системи «людина – машина» визначає поняття ергономічності СЛМ.

УЕРЯП – системно структурований процес, що базується на сукупності взаємопов'язаних наукових положень, а також методів їх реалізації, спрямованих на досягнення в рамках менеджменту якості необхідної ергономічності продукції за рахунок зручності та безпечності умов, засобів і продукту функціональної діяльності, а також створення умов для розвитку і самореалізації суб'єктів якості [3].

Результативність УЕРЯП визначається ступенем досягнення необхідної ергономічності продукції як матеріального середовища виробництва і споживання, засобу продуктивної життєдіяльності та носія якості життя (рис. 1).

Завдяки використанню поняття «ергономічність» через відповідні ергономічні вимоги можна по-новому розглядати якість промислової продукції через її споживчі властивості.

Ергономічність у своїй сукупності – це цілісність низки ергономічних показників: керованість, обслуговуваність, освоєваність і населеність [8].

Керованість, обслуговуваність і освоєваність описують властивості системи, за яких вона органічно включається до структури і процесу діяльності людини чи групи людей з керування, обслуговування і освоєння. Відбувається це у тих випадках, коли в проєкт системи закладаються рішення, що створюють найкращі умови для зручного, ефективного й безпечного виконання зазначених видів діяльності.

Життєздатність належить до умов функціонування системи, за яких зберігається здоров'я працівників, підтримуються нормальна динаміка їх працездатності та хороше самопочуття. Одним з ефективних шляхів створення таких умов стало усунення (ослаблення) несприятливих чинників робочого середовища (вібрація, шум, загазованість, випромінювання тощо) у самому джерелі їх утворення в системах, машинах і обладнанні.

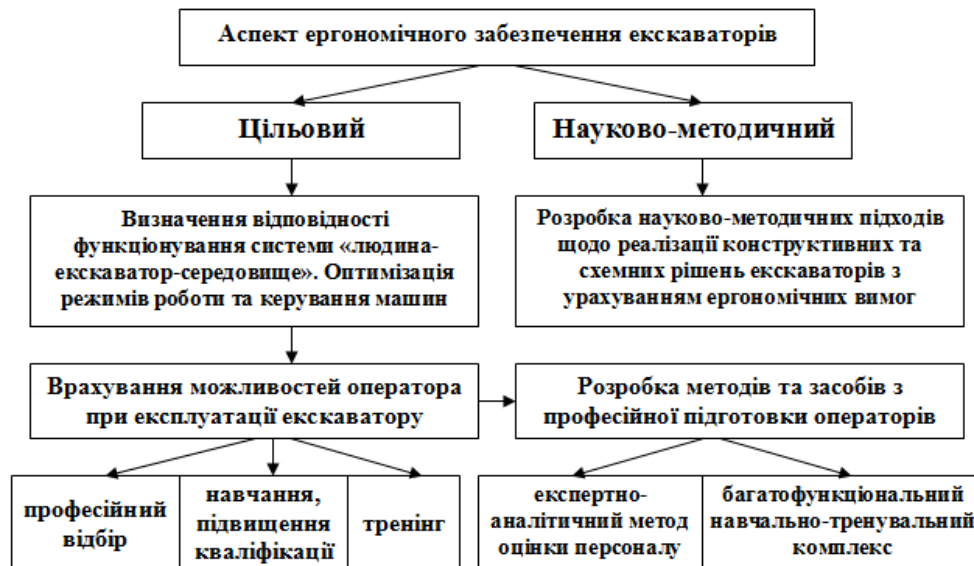


Рис. 1. Аспекти ергономічного забезпечення будівельних екскаваторів

*Керованість* визначає такі групові показники:

- відповідність розподілу функцій між людиною (групою людей) і машиною оптимальної структури їх взаємодії для досягнення поставлених цілей із забезпеченням провідної ролі людини;

- відповідність конструкції машини та її окремих елементів й організації робочого місця оптимальній психофізіологічній структурі та процесу діяльності людини в нормальних і аварійних умовах;

- відповідність змісту заданої машиною діяльності з керування оптимальному рівню складності та різноманітності дій людини;

- відповідність заданої машиною напруженості діяльності мінімальній напруженості, за якої досягається ефективність керування;

- відповідність заданих машиною вимог до якості діяльності з керування оптимальним швидкісним, точнісним і надійнісним можливостям людини-оператора;

- відповідність темпів і ритмів трудових процесів, які задаються будівельною машиною, оптимальній часовій структурі працюючих людей.

*Обслуговуваність* визначається відповідністю конструкції екскаватора (або окремих його елементів) оптимальній психофізіологічній структурі та процесу діяльності з його експлуатації, обслуговування та ремонту.

*Освоюваність* визначає:

- закладені в будівельній машині та експлуатаційній документації можливості якнайшвидшого її освоєння на основі набуття необхідних знань, умінь і навичок керування та обслуговування;

- задані машиною вимоги до рівня розвитку професійно значущих психофізіологічних і психологічних функцій машиніста для діяльності як у нормальних, так і в аварійних умовах;

- задані машиною вимоги до характеру і ступеня групової взаємодії під час керування нею;

- закладені в машині можливості для розвитку і вдосконалення професійно важливих якостей людини як користувача.

*Життєздатність* визначає:

- відповідність умов функціонування будівельної машини біологічно оптимальним параметрам робочого середовища, що забезпечують людині нормальний розвиток, хороше здоров'я і високу працездатність;

- зменшення чи усунення шкідливих для природного середовища умов функціонування машини.

Особливості людини, її психічні, психофізіологічні та особистісні властивості вивчає ергономіка. Основна мета ергономіки – розроблення вискоєфективних систем «людина – машина – середовище».

В ергономіці розв'язують важливі питання зі створення нової та модернізації наявної техніки, полегшення й оздоровлення

умов праці, підвищення її ефективності та якості. Ергономікою визначено підхід до людини як особливої ланки, включеної в систему технічних пристроїв, машин, навколишнього середовища [8].

Відповідно до ДСТУ EN 60447:2022, ергономіка – наукова дисципліна, що вивчає взаємодію людини з виробничим середовищем; сферу діяльності, вид трудової діяльності, що використовує теорію оптимізації, її принципи, дані та методи для проєктування з метою забезпечення зручності та безпеки праці людини і підвищення продуктивності виробничої системи.

Вона належить до тих наук, які можна розрізняти за предметом і специфічним поєднанням методів, що застосовуються в них. Значною мірою ергономіка застосовує методи досліджень, що склалися в техніці, психології, фізіології та гігієні праці. Проблема полягає в координації різних методичних прийомів під час розв'язання тієї чи іншої ергономічної задачі, у подальшому узагальненні та синтезуванні отриманих за їх допомогою результатів. У

низці випадків цей процес зумовлює створення нових методів досліджень в ергономіці, відмінних від методів тих дисциплін, з яких вона виникла [9].

Ергономічна складова визначає відповідність показників об'єкта ергономічним вимогам та ергономічним стандартам через установлення ергономічного рівня якості оцінюваного об'єкта, тобто ступеня реалізації ергономічних вимог.

Ергономічні вимоги до системи «людина – машина – середовище» та її елементів являють собою нормовані характеристики процесів, засобів і умов діяльності, реалізація яких забезпечує досягнення заданих рівнів ергономічних властивостей. Згідно з ДСТУ EN 60447:2022, ергономічні вимоги задають до організації системи ЛМС, до організації діяльності операторів, до технічних засобів діяльності та до системи підтримки працездатності операторів.

У формулюванні ергономічних вимог має місце така логічна послідовність (рис. 2).

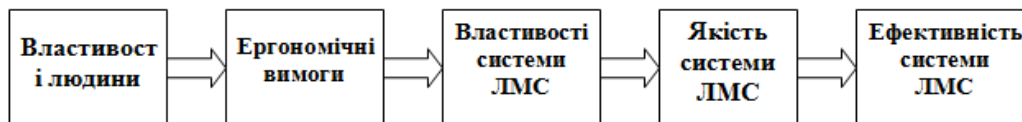


Рис. 2. Послідовність формулювання ергономічних вимог

Комплекс ергономічних вимог ієрархічно стратифікований [11]:

- загальні вимоги вищих рівнів, адресовані до цілісних характеристик функціональної діяльності (надійність, ефективність, точність тощо) суб'єкта в ергономічній системі;

- приватні (предметні) вимоги нижчих рівнів системної ієрархії, які класифікують відповідно до видів функціональної сполученості користувача й засобу діяльності та які пред'являють до ергономічно значущих параметрів людино-технічних систем.

Ергономічні вимоги сприяють:

- раціональному розподілу функцій у системі «людина – машина – середовище» (ЛМС);

- раціональній організації робочого

місця на основі врахування в конструкції робочих характеристик і властивостей людини;

- відповідності технічних засобів можливостям людини з приймання й переробки інформації та здійснення керівних дій;

- оптимальному для життєдіяльності та працездатності людини виробничому середовищу.

### Висновки.

Дослідження показали, що ергономічна складова «людина – машина – середовище» на прикладі вдосконалення екскаваторів дозволяє підвищити безпеку машин та поліпшити умови праці машиністів будівельних машин.

Використання математичного апарату

теорії нечітких множин для оцінювання та управління ергономічністю екскаваторів зумовлене характером і специфікою функціонування елементів системи «оператор – екскаватор». Інформація про елементи системи може бути представлена

суб'єктивними думками або судженнями, неточними даними або похибками у вимірах і розрахунках параметрів. Отже, необхідно використовувати математичний інструментарій, що враховує кількісну і якісну інформацію, подану в лінгвістичній формі.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Dul J., Bruder R., Buckle P., Carayon P., Falzon P., Marras W., Wilson J. & Doelen B. Strategy for human factors/ergonomics : developing the discipline and profession. *Ergonomics*. 2012. DOI:10.1080/001400139.2012.661087.
2. Lim S., Sivadas T., Mohd R. & Azrul G. A systematic approach of ergonomics assessment tool selection. 2019. DOI: 10.15405/epsbs.2020.12.05.77.
3. Choi K.-H., Kim D.-M., Cho M.-U., Park C.-W., Kim S.-Y., Kim M.-J., & Kong Y.-K. Application of AULA Risk Assessment Tool by Comparison with Other Ergonomic Risk Assessment Tools. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. № 17 (18). Pp. 6479. DOI: 10.3390/ijerph17186479.
4. Lowe B. D., Dempsey P. G. & Jones E. M. Ergonomics assessment methods used by ergonomics professionals. *Applied Ergonomics*. 2019. № 81. Pp. 102882. DOI: 10.1016/j.apergo.2019.102882.
5. Joshi M. & Deshpande V. A systematic review of comparative studies on ergonomic assessment techniques. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2019. № 74. Pp. 102865. DOI: 10.1016/j.ergon.2019.102865.
6. Желдак Т. А., Коряшкіна Л. С., Ус С. А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень : навч. посіб. Дніпро : НТУ «ДП», 2020. 387 с.
7. Гнатієнко Г. М., Снитюк В. Є. Експертні технології прийняття рішень. Київ : Маклаут, 2008. 444 с.
8. Беліков А. С., Шаломов В. А., Кульбач А. А. Ергономіка в будівництві : підруч., 2-ге вид. Дніпро : Журфонд, 2022. 219 с.
9. Hermans V & Peteghem J. The relation between OSH and ergonomics : a 'mother–daughter' or 'sister–sister' relation? *Applied Ergonomics*. 2006. № 37 (4). Pp. 451–459.
10. Leveson N. G. Engineering a safer world : Systems thinking applied to safety. MIT Press, Cambridge, MA. 2016. 560 p.
11. Kuok T. Abating Biomechanical Risks : a Comparative Review of Ergonomic Assessment Tools, 2020. DOI: 10.9734/JERR/2020/v17i317191.

### REFERENCES

1. Dul J., Bruder R., Buckle P., Carayon P., Falzon P., Marras W., Wilson J. and Doelen B. Strategy for human factors/ergonomics : developing the discipline and profession. *Ergonomics*. 2012. DOI:10.1080/001400139.2012.661087.
2. Lim S., Sivadas T., Mohd R. and Azrul G. A systematic approach of ergonomics assessment tool selection. 2019. DOI: 10.15405/epsbs.2020.12.05.77.
3. Choi K.-H., Kim D.-M., Cho M.-U., Park C.-W., Kim S.-Y., Kim M.-J. and Kong Y.-K. Application of AULA Risk Assessment Tool by Comparison with Other Ergonomic Risk Assessment Tools. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020, no. 17 (18), pp. 6479. DOI: 10.3390/ijerph17186479.
4. Lowe B.D., Dempsey P.G. and Jones E.M. Ergonomics assessment methods used by ergonomics professionals. *Applied Ergonomics*. 2019, no. 81, pp. 102882. DOI: 10.1016/j.apergo.2019.102882.
5. Joshi M. and Deshpande V. A systematic review of comparative studies on ergonomic assessment techniques. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2019, no. 74, pp. 102865. DOI: 10.1016/j.ergon.2019.102865.
6. Zheldak T.A., Koriashkina L.S. and Us S.A. *Nechitki mnozhyny v systemakh upravlinnia ta pryiniattia rishen* [Fuzzy sets in control and decision-making systems]. Dnipro : NTU “DP” Publ., 2020, 387 p. (in Ukrainian).
7. Hnatiienko H.M. and Snytiuk V.Ye. *Ekspertni tekhnolohii pryiniattia rishen* [Expert decision-making technologies]. Kyiv : Maklout Publ., 2008, 444 p. (in Ukrainian).
8. Bielikov A.S., Shalomov V.A. and Kulbach A.A. *Erhomomika v budivnytstvi* [Ergonomics in Construction]. Dnipro : Zhurfond Publ., 2022, 219 p. (in Ukrainian).
9. Hermans V. and Peteghem J. The relation between OSH and ergonomics : a 'mother–daughter' or 'sister–sister' relation? *Applied Ergonomics*. 2006, no. 37 (4), pp. 451–459.
10. Leveson N.G. Engineering a safer world : Systems thinking applied to safety. MIT Press, Cambridge, MA, 2016, 560 p.
11. Kuok T. Abating Biomechanical Risks : a Comparative Review of Ergonomic Assessment Tools, 2020. DOI: 10.9734/JERR/2020/v17i317191.

Надійшла до редакції: 30.08.2024.