

ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА CIVIL SAFETY

UDC 658.382

Oleg Deryugin¹, Candidate of Technical Science, Associate Professor
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2456-7664> **e-mail:** deryugin_o@ukr.net

Tetiana Nehrii², Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4239-3178> **e-mail:** tetiana.nehrii@gmail.com

Oleksandr Borovytskyi¹, Graduate student
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1111-7960> **e-mail:** borovytskyi.o.m@nmu.one

Olena Stolbchenko¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2003-4382> **e-mail:** elena_aot@ukr.net

Mykhailo Arkhirei¹, Graduate student
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6803-0703> **e-mail:** arkhirei@meta.ua

¹Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

²Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

EVALUATION OF THE OCCUPATIONAL RISK INDEX OF THE FOREST FALLER

Abstract. *The purpose of the work is to assess the professional risk index of a forest feller, taking into account: ergonomic, psychosocial and hygienic factors and individual parameters, with the development of practical recommendations for reducing diseases of the musculoskeletal system, taking into account the adaptive capabilities of a person.*

To estimate the occupational risk index, methods were used to determine the danger from the working posture, the influence of psychosocial factors, and individual indicators. The assessment of the index of occupational risk of injury/disease of the musculoskeletal system was determined on a scale from 0 to 1. To determine the adaptation capabilities of forest loggers to resist physical exertion, we used the method proposed by R.M. Baevsky.

A procedure has been developed for the assessment of the occupational risk index during the performance of various logging operations of a forest logger based on the assessment of ergonomic posture, the influence of psychosocial, hygienic factors, and individual parameters. It was determined that the work related to the technological process of harvesting wood and cleaning trees from branches and knots has the highest degree of risk. It is shown that the greatest influence on the value of the occupational risk index is caused by an uncomfortable ergonomic posture and a psychosocial factor, while when whipping whips and their loading – psychosocial and hygienic factors. It has been established that the greatest influence on the adaptive capabilities of a forest feller has an uncomfortable working posture and a psychosocial factor.

The relationship between adaptation possibilities and the discomfort of the working posture, psychosocial and hygienic factors has been established.

It is shown that for the felling of trees and sawed off branches, it is necessary to provide workers with high adaptability, while it is desirable to involve workers with low adaptability in the trawling of whips and their load.

Keywords: *risk; forest faller; ergonomic risk; uncomfortable posture; psychosocial factor.*

О.В. Дерюгін¹, Т.О. Негрій², О.М. Боровицький¹, О.В. Столбченко¹, М.М. Архірей¹

¹Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна

²Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

ОЦІНКА ІНДЕКСУ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ ВАЛЬНИКА ЛІСУ

Анотація. *Мета роботи – оцінка індексу професійного ризику вальника лісу з врахуванням ергономічного, психосоціального і гігієнічного чинників та індивідуальних параметрів з розробкою практичних рекомендацій для зменшення захворювань опорно-рухового апарату з урахуванням адаптаційних можливостей людини.*

Для оцінки індексу професійного ризику скористались методами для визначення небезпеки від робочої пози, впливу психосоціального фактору та індивідуальних показників. Оцінку індексу професійного ризику травмування/захворювання опорно-рухового апарату визначали за шкалою від 0 до 1. Для визначення адаптаційних можливостей вальників лісу щодо супротиву фізичним навантаженням скористались методом, запропонованим Р.М. Баєвським.

Розроблено процедуру для оцінки індексу професійного ризику при виконанні різних лісозаготівельних робіт вальника лісу на основі оцінювання ергономічної пози, впливу психосоціального і гігієнічного чинників та індивідуальних параметрів. Визначено, що роботи, які пов'язані з технологічним процесом здобутку деревини та очищення дерев від гілок та сучків, мають найбільший ступінь ризику. Показано, що на величину індексу професійного ризику найбільш впливають незручна ергономічна поза та психосоціальний чинник, тоді як при трелюванні хлестів та їх навантаженні – психосоціальний та гігієнічний чинники. Встановлено, що найбільший вплив на адаптаційні можливості вальника лісу має незручна робоча поза та психосоціальний чинник.

Встановлено взаємозв'язок між адаптаційними можливостями і незручністю робочої пози, психосоціальним і гігієнічним чинниками.

Показано, що для звалювання дерев і обпилювання гілок необхідно залучати працівників з високими адаптаційними можливостями, тоді як працівників з низькими адаптаційними можливостями бажано долучати до трелювання хлестів та їх навантаження.

Ключові слова: *ризик; вальник лісу; ергономічний ризик; незручна поза; психосоціальний чинник.*

<https://doi.org/10.32347/2411-4049.2023.3.59-74>

Вступ

Професія вальника лісу характеризується найбільшою травмонебезпечністю в технологічному процесі здобутку деревини [1, 2]. Це пов'язано, перш за все, незручними виробничими позами та значною кількістю моторно-ручної праці,

використанням в технологічному процесі здобутку деревини важких бензопил. Крім того, робота проводиться в природних умовах – у віддалених районах на пересічній (часто крутій) місцевості, що вимагає постійної зосередженості і концентрації уваги. Вплив згаданих небезпечних чинників призводить до найрозповсюдженішого професійного захворювання вальників деревини – порушення опорно-рухового апарату. Звісно, це вимагає запровадження нових технологічних рішень для ручної рубки лісу, які базуються на розумінні механізмів формування відповідних виробничих поз з «нейтральним» положенням хребта [3, 4]. Звідси висвітлення найбільш травмонебезпечних рухів при виконанні виробничих операцій з подальшим їх аналізом та розробкою відповідних рекомендацій щодо зменшення рівня професійного ризику травмування являється актуальною задачею.

Огляд літературних джерел

Аналіз літературних джерел показав значну зацікавленість фахівців з безпеки праці проблемою зменшення травматизму у робітників лісової галузі як в нашій країні, так і за кордоном. Так, у більшості вітчизняних публікацій вказується, що основними причинами травмування є невиконання працівниками вимог інструкцій з охорони праці; несвочасне та неякісне проведення інструктажів з охорони праці; недотримання вимог безпеки при звалюванні дерев, лісосічних роботах (звалювання дерев, обрізування гілок, трелювання та навантаження деревини) [5, 6]. При цьому для зниження травматизму рекомендується забезпечувати ефективну роботу служб охорони праці усіх рівнів, посилити контроль за наявністю дозвільних документів у суб'єктів господарювання, які виконують роботи підвищеної небезпеки, а також запровадити поетапну механізацію (автоматизацію) всього комплексу лісозаготівельних робіт, при цьому використовуючи кращий світовий досвід [7].

Найбільший інтерес для зменшення травматизму представляє застосування кращого світового досвіду. На цьому наголошують автори дослідження [8, 9], де вказується на необхідність аналізу технологічних карт робіт, до яких включають усі аспекти виробничих операцій, у тому числі з охорони праці на основі передових безпечних практик. В той же час до поширених практик відносять формування відповідної робочої пози, яка забезпечить мінімальний ризик травмування [10]. Так, у дослідженні [11] авторами було встановлено, що робоча поза під час валки дерев бензопилою з нахиленим вперед тілом у положенні стоячи більше впливає на роботу серця, ніж положення навпочіпки або на колінах. В іншому дослідженні йдеться про напруження м'язів [12]. Зокрема сказано, що при згинанні тулубу активність м'язів лівого передпліччя значно збільшується у порівнянні з правим. Тоді як у положенні на колінах такої асиметрії у навантаженні не відзначалось. Поширеною рекомендацією для зменшення фізичного навантаження під час рубки лісу є застосування спеціальних механізованих комплексів [13]. Однак їх застосування хоча і зменшує фізичне навантаження, але збільшує рівень напруженості праці через розумове перевантаження, необхідність забезпечення відповідного контролю за станом механізованих систем та інше [14]. Результат аналізу літературних джерел показав, що проблема підвищення безпеки при лісозаготівельних роботах сьогодні є актуальною. Для її вирішення застосовують здебільшого два шляхи [15]. Перший – відпрацювання безпечних технологічних операцій

із реалізацією відповідного навчання, застосуванням безпечного і комфортного ручного інструменту, застосування онлайн діагностики за ризиковими позами вальників лісу [16]. Другий передбачає автоматизацію і механізацію робіт із застосуванням дистанційних технологій та безлюдною лісозаготівлею. Однак і в першому і в другому випадку існують питання оцінки ергономічного ризику [17] з визначення безпечної робочої пози або з оцінки напруження та інтенсивності праці при керуванні роботизованими комплексами.

Аналіз літературних джерел підтвердив актуальність обраної теми дослідження стосовно оцінки ергономічних ризиків, яка дозволить як обґрунтувати запобіжні заходи, так і змінити технологію рубки деревини, щоб уникнути травм опорно-рухового апарату.

Мета роботи

Оцінка індексу професійного ризику вальника лісу, з врахуванням ергономічного, психосоціального та гігієнічного чинників та індивідуальних параметрів з розробкою практичних рекомендацій для зменшення захворювань опорно-рухового апарату з урахуванням адаптаційних можливостей людини.

Методи дослідження

Для оцінки індексу професійного ризику скористаємось підходами для визначення:

– ергономічного ризику – методом "Rapid Entire Body Assessment worksheet" (REBA) [18, 19], який представляє собою чек-лист з оцінкою незручності розташування тулубу, шиї та ніг працівника, дослідженням несприятливого розташування плечей, ліктів та зап'ястя;

– психосоціальних ризиків – на основі опитувальників "The Copenhagen Psychosocial Questionnaire" (COPSOQ; COPSOQ II) [20, 21], з яких були вибрані найбільш впливові чинники на роботу вальника лісу, що характеризують рівень складності, технологію і наявну організаційну культуру;

– індивідуального здоров'я людини – на основі розрахунку біологічного віку [22, 23] за чотирма показниками: артеріальним тиском, масою тіла, затримкою дихання, частотою серцевих скорочень.

В результаті поєднання даних підходів був отриманий спеціальний чек-лист (рис. 1) для визначення індексу професійного ризику як суми балів, розрахованої за кожною складовою. Причому індекс професійного ризику визначається за формулою:

$$R_{EP} = 1 - \prod_{i=1}^n \frac{S_{\max} - S_{EPi}}{S_{\max}}, \quad (1)$$

де S_{EPi} – сума балів за ергономічною, психосоціальною, гігієнічною та індивідуальною складовими індексу професійного ризику; S_{\max} – максимальна сума балів, яка визначена за одним із критеріїв індексу професійного ризику.

Кожна складова індексу професійного ризику складається з декількох небезпечних чинників, які характеризують напрямки руху суглобів, величину зусиль, навантаження, стан психосоціальної активності, дискомфорт, індивідуальний рівень здоров'я, які оцінювались за шкалою від 1 до 3 (1 – мінімальний вплив; 3 – максимальний вплив на працездатність чи виконання виробничих завдань). Критерії індексу професійного ризику визначались у відповідності до вимог ДСТУ 2293:2014 "Охорона праці. Терміни та визначення основних понять": неприйнятний – до 0,35 бала; прийнятний з перевіркою – 0,35–0,75 бала; прийнятний – більше 0,75 бала. Для визначення критеріїв було проаналізовано низку наукових робіт з побудови шкал для обґрунтування рівнів професійного ризику [24, 25]. Так, ISO 73:2018 "Керування ризиком. Словник термінів" визначає, що ймовірність – це міра можливості виникнення, яка подається числом між 0 та 1, де 0 – неможливість, а 1 – абсолютна впевненість.



Рис. 1. Загальний вигляд чек-листа визначення професійного ризику

Для визначення ймовірності виникання захворювань опорно-рухового апарату використали методіку з оцінки адаптаційних можливостей системи кровообігу, що дозволяє оцінити здатність працівника витримувати невідповідність робочих поз, вплив психосоціальних і санітарно-гігієнічних небезпечних чинників [26]:

$$AM = 0,011 ЧСС + 0,014 АТС + 0,008 АТД + 0,014 В + 0,009 М - 1,57, \quad (2)$$

де AM – адаптаційні можливості; $ЧСС$ – частота серцевих скорочень; $АТС$ – артеріальний тиск систолічний (мм рт. ст.); $АТД$ – артеріальний тиск діастолічний (мм рт. ст.); $В$ – вік; $М$ – маса тіла, кг.

Рівень адаптаційних можливостей визначається за табл. 1 [26].

Таблиця 1. Рівень адаптаційних можливостей

| Оцінка адаптаційних можливостей АП | Значення |
|------------------------------------|-------------|
| Задовільна адаптація | $\leq 2,10$ |
| Напруження механізмів адаптації | 2,11–3,20 |
| Незадовільна адаптація | 3,21–4,30 |
| Зрив адаптації | $\geq 4,31$ |

Для визначення маси тіла застосовували ваги. Артеріальний тиск та число серцевих скорочень оцінювали за допомогою проведення медогляду працівників, які брали участь в дослідженні. Отримані результати заносили у формуляри контролю існуючого стану здоров'я.

Для проведення дослідження комплексного професійного ризику було взято декілька основних виробничих операцій технологічного процесу здобутку деревини: звалювання дерев, очищення дерев від гілок та сучків, трелювання хлестів, навантажування хлестів (рис. 2).



Рис. 2. Основні виробничі операції технологічного процесу здобутку деревини: звалювання дерев (а), очищення дерев від гілок та сучків (б), трелювання хлестів (в), навантажування хлестів (г)

Для встановлення впливу робочої пози на індивідуальні показники працівників та величину втрати працездатності в дослідженні брали участь 10 вальників лісу, основні фізичні характеристики яких наведені в таблиці 2. Всі учасники експерименту добровільно погодились брати участь, не мали

відповідних вад фізичного і психічного здоров'я. Попередньо проходили визначення основних показників серцево-судинної системи. Однією з основних умов було знеособлення отриманих даних стосовно індивідуальних даних рівня здоров'я.

Таблиця 2. Характеристики учасників експерименту

| Учасник | Вік, роки | Стаж, роки | Маса тіла, кг | Артеріальний тиск, мм рт.ст. | Частота серцевих скорочень за 1 хв. (уд./хв.) | Затримка дихання, с |
|---------|-----------|------------|---------------|------------------------------|---|---------------------|
| 1 | 26 | 2 | 78 | 120/80 | 75 | 45 |
| 2 | 32 | 3 | 76 | 120/80 | 84 | 55 |
| 3 | 35 | 5 | 82 | 125/90 | 82 | 35 |
| 4 | 40 | 10 | 85 | 130/90 | 74 | 44 |
| 5 | 43 | 8 | 84 | 135/90 | 88 | 38 |
| 6 | 46 | 12 | 93 | 120/80 | 79 | 48 |
| 7 | 48 | 10 | 94 | 130/90 | 86 | 32 |
| 8 | 50 | 12 | 89 | 130/90 | 91 | 34 |
| 9 | 51 | 13 | 96 | 125/90 | 86 | 46 |
| 10 | 53 | 15 | 91 | 130/90 | 87 | 35 |

Результати дослідження

На першому етапі дослідження проводили оцінку індексу професійного ризику виконання робіт вальниками лісу (рис. 3), а результати розрахунку осередненого комплексного професійного ризику при різних виробничих операціях технологічного процесу здобутку деревини наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Результати оцінки індексу професійного ризику вальника деревини при різних виробничих операціях технологічного процесу здобутку деревини

| Виробнича операція | Оцінка складових індексу, бали | | | Величина індексу професійного ризику | Оцінка ризику |
|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | ергономічна | психологічна та гігієнічна | індивідуальні параметри | | |
| Звалювання дерев | 19±0,5 | 16±0,3 | 9±0,6 | 0,31 | Неприйнятний |
| Очищення дерев від гілок та сучків | 19±0,5 | 16±0,9 | 10±0,7 | 0,36 | Неприйнятний |
| Трелювання хлестів | 12±0,6 | 13±0,7 | 10±0,5 | 0,5 | Прийнятний з перевіркою |
| Навантажування хлестів | 12±0,8 | 15±0,7 | 10±0,7 | 0,6 | Прийнятний з перевіркою |

Оцінка комплексного індексу професійного ризику вальника лісу

1. Ергономічний чинник

Аналіз положення шиї



Оцінка **2**

Корисувачем:

- Якщо навантаження до 5 кг - +1;
- Якщо шийна нахилена у бік - +1

Аналіз положення тулуба



Оцінка **2**

Корисувачем:

- Якщо тулуб стурбований - +1
- Якщо тулуб нахилена у бік - +1

Аналіз положення ніг



Оцінка **1**

Зусилля навантаження

- Якщо навантаження до 5 кг - +1;
- Якщо навантаження від 5 кг до 10 кг - +2;
- Якщо навантаження більше 10 кг - +3;

Корисувачем:
Швидке виконання роботи - +1

Аналіз положення плеча



Оцінка **3**

Корисувачем:

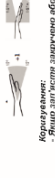
- Якщо плече відхилено - +1
- Якщо плече ексцентрично навантажено - +1

Аналіз положення передпліччя



Оцінка **3**

Аналіз положення зап'ястя



Оцінка **3**

Корисувачем:

- Якщо зап'ястя закручено або сильно закручене - +1

Оцінка поверхні захвату інструменту:

- Глина поверхні рукоятки інструменту - +0;
- Приріпчена поверхня рукоятки інструменту - +1;
- Церинчаста поверхня рукоятки інструменту - +2;
- Рукоятка відрізана - +3;

Підсумкова оцінка **19**



2. Психосоціальний чинник

Бали для оцінки:
мінімальний вплив - 1 бал
середній вплив - 2 бали
мінімальний вплив - 3 бали

1. Напруженість праці **2**
 2. Важкість праці **2**
 3. Емоційна напруга **2**
 4. Темп роботи **3**
 5. Незадоволеність працею **2**
 6. Кліматичний дискомфорт **1**
 7. Акустичний дискомфорт **1**
 8. Вібраційний дискомфорт **2**
 9. Естетичний дискомфорт **1**
 10. Сенсорний дискомфорт **1**
- Підсумкова оцінка (сума) **17**

3. Індивідуальний чинник

Оцінка

1. Вік: **2**
< 46: +1
46-55: +2
> 55: +3
2. Індекс маси тіла: **2**
IMT < 25: +1
IMT 25-29,9: +2
IMT > 30: +3

3. Артеріальний тиск:

- Вага (кг) / Зріст (см) =
- 120/80: +1
 - 130/90: +2
 - 140/100: +3

4. Частота серцевих скорочень:

- < 75: +1
- 75-85: +2
- > 85: +3

5. Затримка дихання:

- > 40 сек.: +1
- 30-40 сек.: +2
- < 30 сек.: +3

Індекс професійного ризику

19 + **17** + **10** = **46**

- від 0 до 23 балів - ризик прийнятний
- від 24 до 46 балів - ризик прийнятний з перевіркою
- від 47 до 69 балів - ризик не прийнятний

Рис. 3. Приклад з визначення професійного ризику вальника лісу

Результати оцінки адаптаційних можливостей працівників наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Оцінка адаптаційних можливостей працівників після робочої зміни

| Учасник | ЧСС | АТС | АТД | АМ |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 78 | 124 | 85 | 2,7 |
| 2 | 88 | 125 | 90 | 2,9 |
| 3 | 90 | 130 | 90 | 3,1 |
| 4 | 86 | 135 | 98 | 3,3 |
| 5 | 96 | 140 | 95 | 3,5 |
| 6 | 85 | 126 | 90 | 3,3 |
| 7 | 92 | 136 | 95 | 3,6 |
| 8 | 96 | 135 | 94 | 3,6 |
| 9 | 93 | 133 | 96 | 3,6 |
| 10 | 96 | 140 | 96 | 3,7 |

Цікавим також є визначення впливу виробничої операції на зміну адаптаційних можливостей працівників. Для цього було розділено працівників за групами, результати оцінювання наведені в таблиці 5.

Таблиця 5. Результати оцінки адаптаційних можливостей працівників за технологічними операціями

| Показники АМ за віком | Виробнича операція | | | |
|-----------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------|
| | Звалювання дерев | Очищення дерев від гілок та сучків | Трелювання хлестів | Навантажування хлестів |
| < 35 років | 2,81 | 2,83 | 2,52 | 2,63 |
| 35–45 років | 3,38 | 3,45 | 3,02 | 3,1 |
| > 45 років | 3,61 | 3,68 | 3,22 | 3,41 |

У таблиці 6 наведено результати оцінювання зміни ергономічної складової індексу професійного ризику вальника деревини при застосуванні різних виробничих поз технологічного процесу при спилуванні дерев.

Таблиця 6. Величина ергономічної складової вальника деревини при різних виробничих позах при спилуванні дерева

| | | | |
|---|---|---|--|
| Вид робочої пози при звалюванні дерева |  |  |  |
| | Нахилена | Навпочіпки | На колінах |
| Величина ергономічної складової у балах | 19 | 16 | 13 |

Обговорення результатів дослідження

Аналіз даних таблиці 3 дозволяє встановити величину індексу професійного ризику при виконанні різних лісозаготівельних робіт працівниками на основі комплексного оцінювання впливу різних чинників виробничого процесу: пози, психосоціального фактору, гігієнічного та індивідуального параметра.

Можна зробити висновок, що роботи при звалюванні дерев та очищенні від гілок та сучків мають найбільший ступінь індексу професійного ризику через незручну робочу позу та психосоціальний фактор. Зважаючи, що для визначення психосоціального фактору застосовувалась суб'єктивна думка учасників експерименту через суб'єктивне визначення інтенсивності та важкості праці, було запропоновано провести перевірку енергетичних витрат лісорубів при виконанні даних видів робіт за допомогою оцінки зміни частоти серцевих скорочень та артеріального тиску.

Дані результатів дослідження зазначених показників після закінчення роботи, які наведено в таблиці 4, у результаті порівняння зі встановленими показниками до початку роботи дозволяють стверджувати, що лісозаготівельні роботи відносяться до важких. Даний висновок був зроблений згідно з рекомендаціями щодо оцінки зниження працездатності людини на основі дослідження змін серцево-судинної системи [27]. Крім того, існують декілька наукових робіт, в яких звалювання дерев і опилування гілок визначають як важкі роботи із затратами енергії понад 290 Вт [28, 29].

Наступним важливим висновком даного дослідження є оцінка найбільшого впливу на величину індексу професійного ризику при виконанні лісозаготівельних робіт. Так, результати показують (табл. 5), що на звалювання дерев та обпилювання гілок найбільше впливають незручна ергономічна поза та психосоціальний чинник, тоді як при трелюванні хлестів та їх навантажуванні – психосоціальний чинник. Звідси виникає необхідність перегляду технології звалювання дерев, визначення робочих поз з мінімальним ергономічним ризиком. При цьому проведений аналіз дозволяє зробити висновки, що робоча поза на колінах для звалювання дерев має менший ергономічний ризик, ніж нахилена (табл. 6). Схожий висновок був отриманий і у роботі [10].

При дослідженні адаптаційних можливостей вальників лісу також визначено, що незручна робоча поза та психосоціальний фактор мають найбільший вплив. Однак, при цьому у робіт з трелювання хлестів та їх навантаження найбільше впливають психосоціальний фактор та фактор дискомфорту. Це пояснюється тим, що роботи виконуються сидячи, а також найбільший вплив відіграє не важкість праці, а інтенсивність через необхідність контролю за приладами. Крім того, на фактор дискомфорту впливає значна кількість операцій, які повторюються, і робота на відкритому просторі. В результаті проведених оцінок можна зробити висновки, що найкращі адаптаційні можливості, навіть при незручній робочій позі та психосоціальних факторах, мають молоді працівники, що дозволяє їм працювати при звалюванні дерев і обпилюванні гілок, тоді як старших працівників бажано застосовувати для навантаження.

Висновки

1. Запропоновано новий підхід для визначення індексу професійного ризику, який включає вплив ергономічного, психосоціального та гігієнічного чинників та індивідуальних параметрів працівників.
2. Проведено оцінку індексу професійного ризику вальників лісу при виконанні різних лісозаготівельних робіт на основі оцінювання ергономічної пози, впливу психосоціального чинника та індивідуальних параметрів.
3. Визначено, що роботи зі звалювання дерев та очищення дерев від гілок та сучків мають найбільший ступінь індексу професійного ризику.
4. Показано, що найбільший вплив на величину індексу професійного ризику при звалюванні дерев та обпилюванні гілок чинить незручна ергономічна поза та психосоціальний чинник, тоді як при трелюванні хлестів та їх навантажуванні – психосоціальний чинник.
5. Встановлено, що найбільше на адаптаційні можливості вальників лісу впливає незручна робоча поза та індивідуальні параметри.
6. Встановлено взаємозв'язок між адаптаційними можливостями і незручністю робочої пози та психосоціальним чинником.
7. Показано, що для звалювання дерев і обпилювання гілок необхідно залучати працівників з високими адаптаційними можливостями, тоді як працівників з низькими адаптаційними можливостями бажано долучати до трелювання хлестів та їх навантаження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Березовський, А.П., Трус, О.М., Прокопенко, Е.В. (2021). Стан виробничого травматизму за галузями економіки підприємств України. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, 4(129), 90-97. <https://doi.org/10.30929/1995-0519.2021.4.90-97>
2. Jankovský, M., Allman, M., & Allmanová, Z. (2019). What Are the Occupational Risks in Forestry? Results of a Long-Term Study in Slovakia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 4931. <https://doi.org/10.3390/ijerph16244931>
3. Landekić, M., Martinić, I., Mijoć, D., Bakarić, M., & Šporčić, M. (2021). Injury Patterns among Forestry Workers in Croatia. *Forests*, 12, 1356. <https://doi.org/10.3390/f12101356>
4. Garland, J., Cedergren, J., Eliasson, L., van Hensbergen, H., McEwan, A., & Wästerlund, D. Occupational Safety and Health in Forest Harvesting and Silviculture – *A Compendium for Practitioners and Instructors; Forestry Working Paper No. 14*; FAO: Rome, Italy, 2020. Retrieved from: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca8773en>
5. Гогіташвілі, Г.Г., Степанишин, В.М., Тисовський, Л.О. (2011). Аналіз статистичних даних щодо причин та наслідків виробничого травматизму працівників Держкомлісгоспу України (2000-2009 рр.). *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Комп'ютерні науки та інформаційні технології*, 707, 42-45. Режим доступу: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/b571603e-0ea7-455f-92fb-7d73ab8e91b3/content>
6. Kruzhilko, O., Maystrenko, V., Polukarov, O., Kalinchyk, V.P., Shulha, A., Vasyliiev, A., & Kondratov, D. (2020). Improvement of the approach to hazard identification and industrial risk management, taking into account the requirements of current legal and regulatory acts. *Archives of Materials Science and Engineering*, 105(2). 65-79. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.5763>

7. Radionov, M., & Gora, R. (2021). Analysis of the safety and health status at the work of workers of the forest industry of Ukraine and measures for its improvement. *Labour Protection Problems in Ukraine*, 37(4), 50-56. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.36804/nndipbop.37-4.2021.50-56>
8. Цимбал, Б.М., Ткаченко, О.О. Запобігання професійним ризикам у лісовому господарстві України. "Молодь і технічний прогрес в АПВ". *Інноваційні розробки в аграрній сфері: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. Том 2. Харків: ХНТУСГ, 2020. 281-284. Режим доступу: <http://29ujmo6.257.cz/bitstream/123456789/12854/1/%D0%A2%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%9E..pdf>
9. Макаренко, О.М. (2015). Аналіз стану виробничого травматизму в лісовому господарстві Рівненської області. *Студентський Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*, 3(5), 77-79. Режим доступу: <https://ep3.nuwm.edu.ua/4239>
10. Tsioras, P.A., Khooshdohbat, M., Nikooy, M., Naghdi, R., & Heidari, M. (2022). The Impact of Body Posture on Heart Rate Strain during Tree Felling. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 11198. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811198>
11. Grzywiński, W., Jelonek, T., Tomczak, A., Jakubowski, M., & Bembenek, M. (2017). Does body posture during tree felling influence the physiological load of a chainsaw operator?. *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*, 24(3), 401-405. <https://doi.org/10.5604/12321966.1235177>
12. Dvořák, J., Natov, P., Natovová, L., Krilek, J., & Kováč, J. (2016). Operator's physical workload in simulated logging and timber bucking by harvester. *CAAS Agricultural Journals*, 62(5), 236-244. <https://doi.org/10.17221/21/2016-JFS>
13. Bont, L.G., Fraefel, M., Frutig, F., Holm, S., Ginzler, C., & Fischer, C. (2022). Improving forest management by implementing best suitable timber harvesting methods. *Journal of Environmental Management*, 302(Part B), 114099. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114099>
14. Borz, S.A., Iordache, E., & Marcu, M.V. (2021). Enhancing Working Posture Comparability in Forest Operations by the Use of Similarity Metrics. *Forests*, 12, 926. <https://doi.org/10.3390/f12070926>
15. Lundbäck, M., Häggström, C., Fjeld, D., Lindroos, O., & Nordfjell, T. (2022). The economic potential of semi-automated tele-extraction of roundwood in Sweden. *International Journal of Forest Engineering*, 33(3), 271-288. <https://doi.org/10.1080/14942119.2021.1906617>
16. Zurita Vintimilla, M.C., Castro Pérez, S.N., & Borz, S.A. (2021). Processing Small-Sized Trees at Landing by a Double-Grip Machine: A Case Study on Productivity, Cardiovascular Workload and Exposure to Noise. *Forests*, 12, 213. <https://doi.org/10.3390/f12020213>
17. Spinelli, R., Aminti, G., Magagnotti, N., & De Francesco, F. (2018). Postural Risk Assessment of Small-Scale Debarkers for Wooden Post Production. *Forests*, 9, 111. <https://doi.org/10.3390/f9030111>
18. Чеберячко, С.І., Дерюгін, О.В., Третьяк, О.О., Муха, О.А. (2020). Оцінка ергономічних ризиків здоров'ю робітників автосервісу. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*, 2(15), 155-164. <https://doi.org/10.36910/automash.v2i15.403>
19. Borodina, N., Cheberiyachko, S., Deryugin O., Tretyak, O., & Bas, I. (2021). Occupational risk assessment of passenger bus drivers. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security"*, 11(2), 81-90. <https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.2.8>
20. Laura Esteve-Matalí, Clara Llorens-Serrano, Jordi Alonso, Gemma Vilagut, Salvador Moncada, Albert Navarro-Giné, Mental health inequalities in times of crisis: evolution between 2005 and 2021 among the Spanish salaried population, *Journal of Epidemiology and Community Health*, 77, 1, (38-43), (2022) <https://doi.org/10.1136/jech-2022-219523>

21. M. Truchon, M. Gilbert-Ouimet, A. Zahirihsarsini, M. Beaulieu, G. Daigle, L. Langlois, Occupational Health and Well-being Questionnaire (OHWQ): an instrument to assess psychosocial risk and protective factors in the workplace, *Public Health*, 210, (48-57), (2022) <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2022.06.008>
22. Орехова О. В. Біологічний вік робітників, що працюють в умовах впливу шкідливих і небезпечних факторів сучасного металургійного виробництва / О. В. Орехова // Український журнал з проблем медицини праці. – 2009. – № 2. – С. 31–35. https://web.archive.org/web/20201105144036id_/https://ujoh.org/upload-files/doc/vydav/09-02/04.pdf
23. Біологічний вік та фізична активність / Г. Коробейніков, С. Адирхаєв, К. Медвидчук [та ін.] // Теорія і практика фізичного виховання і спорту. – 2007. – № 1. – С. 60–63.
24. Baybutt, P. (2018). Guidelines for designing risk matrices. *Process Safety Progress*; 37, 49-55. <https://doi.org/10.1002/prs.11905>
25. Card, A.J., Ward, J.R., & Clarkson, J. (2014). Trust-level risk evaluation and risk control guidance in the NHS east of England. *Risk Analysis*, 34, 1469-1481. <https://doi.org/10.1111/risa.12159>
26. Bondarenko, V., Ryabukha, O., Martyshko, A., Davigora, Yu. (2020). Restoration of physical capacity of employees of the National Police of Ukraine. Educational methodical manual. Kyiv: National Academy of Internal Affairs. Retrieved from: <http://elar.naiu.kiev.ua/handle/123456789/17666>
27. Lysenko, O.M. (2012). The changes of physiological reactivity of cardiorespiratory system to respiratory homeostasis with the use of complex stimulation of special work capacity. *Fiziologichnyi Zhurnal*, 58(5), 70-77 [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/fz58.05.070>
28. Manual for statistics on energy consumption in households – 2013 edition [On line]: Official site / Eurostat. – Retrieved from: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-gq-13-003>
29. Romero-Jordán, D., & del Río, P. (2022). Analysing the drivers of the efficiency of households in electricity consumption. *Energy Policy*, 164, 112828. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112828>

Стаття надійшла до редакції 03.04.2023 і прийнята до друку після рецензування 10.06.2023

REFERENCES

1. Berezovskyi, A., Trus, O., & Prokopenko, E. (2021). The state of occupational traumatism for branches of economy of enterprises of Ukraine. *Scientific Journal "Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University"*, 4(129), 90-97 [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.30929/1995-0519.2021.4.90-97>
2. Jankovský, M., Allman, M., & Allmanová, Z. (2019). What Are the Occupational Risks in Forestry? Results of a Long-Term Study in Slovakia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 4931. <https://doi.org/10.3390/ijerph16244931>
3. Landekić, M., Martinić, I., Mijoć, D., Bakarić, M., & Šporčić, M. (2021). Injury Patterns among Forestry Workers in Croatia. *Forests*, 12, 1356. <https://doi.org/10.3390/f12101356>
4. Garland, J., Cedergren, J., Eliasson, L., van Hensbergen, H., McEwan, A., & Wästerlund, D. (2020). Occupational Safety and Health in Forest Harvesting and Silviculture. *A Compendium for Practitioners and Instructors; Forestry Working Paper No. 14*; FAO: Rome, Italy. Retrieved from: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca8773en>

5. Hogitashvili, H.G., Stepanyshyn, V.M., & Tysovsky, L.O. (2011). Analysis of statistical data on the causes and consequences of industrial injuries of employees of the State Forestry Committee of Ukraine (2000-2009). *The Bulletin of L'viv Polytechnic National University titled "Computer sciences and information technologies"*, 707, 42-45 [In Ukrainian]. Retrieved from: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/b571603e-0ea7-455f-92fb-7d73ab8e91b3/content>
6. Kruzhilko, O., Maystrenko, V., Polukarov, O., Kalinchyk, V.P., Shulha, A., Vasyliiev, A., & Kondratov, D. (2020). Improvement of the approach to hazard identification and industrial risk management, taking into account the requirements of current legal and regulatory acts. *Archives of Materials Science and Engineering*, 105(2). 65-79. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.5763>
7. Radionov, M., & Gora, R. (2021). Analysis of the safety and health status at the work of workers of the forest industry of Ukraine and measures for its improvement. *Labour Protection Problems in Ukraine*, 37(4), 50-56 [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.36804/nndipbop.37-4.2021.50-56>
8. Tsymbal, B.M., Tkachenko, O.O. (2020). Prevention of professional risks in forestry of Ukraine. In *"Youth and technical progress in agricultural production". Innovative developments in the agricultural sphere: materials of the International Scientific and Practical Conference* (Vol. 2, pp. 281-284). Kharkiv: Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasylenko [In Ukrainian]. Retrieved from: <http://29yjm06.257.cz/bitstream/123456789/12854/1/%D0%A2%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%9E.pdf>
9. Makarenko, O.M. (2015). Analysis of the state of industrial injuries in forestry in the Rivne region. *Student Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management*, 3(5), 77-79 [In Ukrainian]. Retrieved from: <https://ep3.nuwm.edu.ua/4239>
10. Tsioras, P.A., Khooshdohbat, M., Nikooy, M., Naghdi, R., & Heidari, M. (2022). The Impact of Body Posture on Heart Rate Strain during Tree Felling. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 11198. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811198>
11. Grzywiński, W., Jelonek, T., Tomczak, A., Jakubowski, M., & Bembenek, M. (2017). Does body posture during tree felling influence the physiological load of a chainsaw operator?. *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*, 24(3), 401-405. <https://doi.org/10.5604/12321966.1235177>
12. Dvořák, J., Natov, P., Natovová, L., Krilek, J., & Kováč, J. (2016). Operator's physical workload in simulated logging and timber bucking by harvester. *CAAS Agricultural Journals*, 62(5), 236-244. <https://doi.org/10.17221/21/2016-JFS>
13. Bont, L.G., Fraefel, M., Frutig, F., Holm, S., Ginzler, C., & Fischer, C. (2022). Improving forest management by implementing best suitable timber harvesting methods. *Journal of Environmental Management*, 302(Part B), 114099. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114099>
14. Borz, S.A., Iordache, E., & Marcu, M.V. (2021). Enhancing Working Posture Comparability in Forest Operations by the Use of Similarity Metrics. *Forests*, 12, 926. <https://doi.org/10.3390/f12070926>
15. Lundbäck, M., Häggström, C., Fjeld, D., Lindroos, O., & Nordfjell, T. (2022). The economic potential of semi-automated tele-extraction of roundwood in Sweden. *International Journal of Forest Engineering*, 33(3), 271-288. <https://doi.org/10.1080/14942119.2021.1906617>
16. Zurita Vintimilla, M.C., Castro Pérez, S.N., & Borz, S.A. (2021). Processing Small-Sized Trees at Landing by a Double-Grip Machine: A Case Study on Productivity, Cardiovascular Workload and Exposure to Noise. *Forests*, 12, 213. <https://doi.org/10.3390/f12020213>
17. Spinelli, R., Aminti, G., Magagnotti, N., & De Francesco, F. (2018). Postural Risk Assessment of Small-Scale Debarkers for Wooden Post Production. *Forests*, 9, 111. <https://doi.org/10.3390/f9030111>

18. Cheberyachko, S., Deryugin, O., Tretyak, O., & Mukha, O. (2020). Evaluating ergonomic health risks to car service employees. *Advances in Mechanical Engineering and Transport*, 2(15), 155-164 [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.36910/automash.v2i15.403>
19. Borodina, N., Cheberiyachko, S., Deryugin, O., Tretyak, O., & Bas, I. (2021). Occupational risk assessment of passenger bus drivers. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security"*, 11(2), 81-90. <https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.2.8>
20. Laura Esteve-Matalí, Clara Llorens-Serrano, Jordi Alonso, Gemma Vilagut, Salvador Moncada, Albert Navarro-Giné. (2022). Mental health inequalities in times of crisis: evolution between 2005 and 2021 among the Spanish salaried population. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 77, 1, 38-43. <https://doi.org/10.1136/jech-2022-219523>
21. Truchon, M., Gilbert-Ouimet, M., Zahirihsini, A., Beaulieu, M., Daigle, G., & Langlois, L. (2022). Occupational Health and Well-being Questionnaire (OHWQ): an instrument to assess psychosocial risk and protective factors in the workplace. *Public Health*, 210, 48-57. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2022.06.008>
22. Orekhova, O.V. (2009). Biological age of workers exposed to harmful factors of a modern metallurgical enterprise. *Ukrainian Journal of Occupational Health*, (2), 31-35 [In Ukrainian]. https://web.archive.org/web/20201105144036id_/https://ujoh.org/upload-files/doc/vydav/09-02/04.pdf
23. Korobeinikov, H., Adyrkhaiev, S., Medvydchuk, K. et al. (2007). Biologichnyi vik ta fizychna aktyvnist. *Teoriia i praktyka fizychnoho vykhovannia i sportu*, 1, 60-63 [In Ukrainian].
24. Baybutt, P. (2018). Guidelines for designing risk matrices. *Process Safety Progress*, 37, 49-55. <https://doi.org/10.1002/prs.11905>
25. Card, A.J., Ward, J.R., & Clarkson, J. (2014). Trust-level risk evaluation and risk control guidance in the NHS east of England. *Risk Analysis*, 34, 1469-1481. <https://doi.org/10.1111/risa.12159>
26. Bondarenko, V., Ryabukha, O., Martyshko, A., & Davigora, Yu. (2020). Restoration of physical capacity of employees of the National Police of Ukraine. Educational methodical manual. Kyiv: National Academy of Internal Affairs. Retrieved from: <http://elar.naiu.kiev.ua/handle/123456789/17666>
27. Lysenko, O.M. (2012). The changes of physiological reactivity of cardiorespiratory system to respiratory homeostasis with the use of complex stimulation of special work capacity. *Fiziologichnyi Zhurnal*, 58(5), 70-77 [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/fz58.05.070>
28. Manual for statistics on energy consumption in households. (2013). Eurostat. Retrieved from: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-gq-13-003>
29. Romero-Jordán, D., & del Río, P. (2022). Analysing the drivers of the efficiency of households in electricity consumption. *Energy Policy*, 164, 112828. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112828>

The article was received 03.04.2023 and was accepted after revision 10.06.2023

Дерюгін Олег Валентинович

кандидат технічних наук, доцент кафедри управління на транспорті, Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Адреса робоча: пр. Яворницького, 19, м. Дніпро, Україна, 49005

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2456-7664> **e-mail:** deryugin_o@ukr.net

Негрій Тетяна Олександрівна

кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці, Київський національний університет будівництва і архітектури

Адреса робоча: пр. Повітрофлотський, 31, м. Київ, Україна, 03037

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4239-3178> **e-mail:** tetiana.nehrii@gmail.com

Боровицький Олександр Миколайович

аспірант кафедри охорони праці та цивільної безпеки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Адреса робоча: пр. Яворницького, 19, м. Дніпро, Україна, 49005

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1111-7960> **e-mail:** borovytskyi.o.m@nmu.one

Столбченко Олена Володимирівна

кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Адреса робоча: пр. Яворницького, 19, м. Дніпро, Україна, 49005

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2003-4382> **e-mail:** elena_aot@ukt.net

Архірей Михайло Михайлович

аспірант кафедри охорони праці та цивільної безпеки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Адреса робоча: пр. Яворницького, 19, м. Дніпро, Україна, 49005

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6803-0703> **e-mail:** rkhirei@meta.ua