

В. В. ПРИСЯЖНЮК, канд. техн. наук, ст. досл.

С. В. СЕМИЧАЄВСЬКИЙ, с. н. с.

М. Л. ЯКИМЕНКО, н. с.

М. В. ОСАДЧУК, н. с.

В. Л. СИДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф.

ЕРГОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЗАХИСНОГО СПОРЯДЖЕННЯ ПОЖЕЖНИКІВ: ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЇХ ПЕРЕВІРКИ

Резюме. У статті обґрунтовано необхідність проведення досліджень, спрямованих на визначення та перевірку ергономічних показників якості захисного спорядження пожежника відповідно до європейської класифікації та сучасних підходів до оцінювання засобів індивідуального захисту. Особливу увагу приділено аналізу конструктивних елементів захисного спорядження з метою підвищення ефективності його використання оперативними підрозділами ДСНС України. Визначено головні конструктивні параметри, які необхідно враховувати під час перевірки ергономічних показників для забезпечення належного рівня захисту та зменшення негативного впливу на здоров'я пожежників-рятувальників під час виконання завдань за призначенням. Наведено ключові показники якості та критерії оцінювання ергономічних властивостей захисного спорядження пожежника. Установлено, що ключовими ергономічними показниками є комфортність використання, надійність і функціональність застібок, чіткість і видимість під час роботи, сумісність з іншими засобами індивідуального захисту, необмеженість рухів і раціональність прилягання. З'ясовано, що ергономічні властивості перевіряють під час практичного випробування захисного спорядження з виконанням типових пожежно-рятувальних вправ. Наведено головні причини ухвалення рішення щодо неприйнятності захисного спорядження за результатами ергономічних випробувань. Подано результати ергономічних досліджень касок пожежника, виконаних американськими науковцями. Виявлено недоліки чинних нормативних документів у частині регламентування ергономічних випробувань касок пожежника та рятувальника, рукавичок пожежника, підкасників, захисного та тепловідбивного одягу. Окреслено напрями подальших досліджень, що спрямовані на вдосконалення вимог до показників якості зазначених виробів і розроблення національних стандартів України, гармонізованих з європейськими стандартами зі ступенем відповідності IDT.

Ключові слова: ергономічні показники, конструктивні елементи, захисне спорядження, захисний одяг пожежника, каска пожежника та рятувальника, ергономічні властивості, підкасник пожежника, пожежно-рятувальні підрозділи, рукавички пожежника.

ВСТУП

Для виконання завдань за призначенням відповідно до вимог Статуту [1] пожежно-рятувальні підрозділи ДСНС України використовують спеціальне захисне спорядження з різними захисними властивостями. Загальний вигляд різних видів (зразків) захисного спорядження пожежника наведено на **рис. 1–5**.

Водночас під час вибору спорядження не завжди повною мірою враховуються небезпечні чинники, визначені в ДСТУ 8828 [2], що можуть виникати під час гасіння пожеж, а також умови застосування та ергономічні характеристики. Унаслідок цього наявне захисне спорядження не завжди забезпечує належний рівень безпеки під час виконання пожежно-рятувальних робіт.

Ергономічні якості захисного спорядження є не менш важливими, ніж його захисні власти-

вості, оскільки дають змогу оцінити його відповідність анатомічним і фізіологічним особливостям людини, здатність забезпечувати свободу рухів, зменшувати фізичне навантаження, рівень втоми та ризик травмування під час виконання складних і небезпечних завдань.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Попри наявність нормативних вимог до захисних властивостей спорядження пожежника в Україні відсутня системна методологія оцінювання його ергономічних показників, а також унормовані методи проведення натурних ергономічних випробувань, гармонізовані з європейськими стандартами. Це унеможливує об'єктивне оцінювання відповідності захисного спорядження анато-фізіологічним особливостям пожежників-рятувальників і



Рис. 1. Загальний вигляд касок пожежника від різних виробників



Рис. 2. Загальний вигляд касок рятувальника від різних виробників



Рис. 3. Загальний вигляд підкасок пожежника від різних виробників



Рис. 4. Загальний вигляд захисних рукавичок пожежника від різних виробників

знижує рівень безпеки під час виконання пожежно-рятувальних робіт.

З метою розв'язання окресленої проблеми та обґрунтування необхідності розроблення

методології та впровадження в Україні ергономічних натурних випробувань захисного спорядження пожежника, а також розроблення відповідних національних стандартів України (ДСТУ),



Рис. 5. Загальний вигляд захисного одягу пожежника від різних виробників

гармонізованих з європейськими стандартами, в Інституті наукових досліджень з цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України проводять науково-дослідну роботу “Обґрунтування технічних вимог та методів випробувань захисного спорядження пожежника відповідно до європейської класифікації” (“Захисне спорядження — вимоги”).

Для досягнення поставленої мети в цій публікації розглянуто ключові питання, що підлягають дослідженню в межах зазначеної науково-дослідної роботи та є необхідними для формування обґрунтованих вимог до ергономічних показників якості захисного спорядження пожежника.

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАНИХ ПУБЛІКАЦІЙ

У публікації [3] обґрунтовано актуальність проведення досліджень, спрямованих на впровадження в Україні сучасних вимог до показників якості спеціального захисного спорядження пожежника, а також методів і процедур їх оцінювання. Наведено класифікацію видів спеціального захисного спорядження пожежника та визначено головні завдання, які необхідно розв’язати в межах науково-дослідних робіт щодо обґрунтування показників якості та методів оцінювання такого спорядження.

У публікації [4] проаналізовано результати експериментальних досліджень експлуатаційних характеристик зразків спеціального захисного спорядження пожежника за показниками “поширення полум’я”, “теплопередача полум’ям”, “теплопередача випромінюванням”, “конвективний тепловий опір” та “контактна теплопередача”, що характеризують рівень теплового захисту спорядження.

У публікації [5] наведено результати досліджень за участю 54 пожежників, зокрема

шести жінок, проведених у США. За результатами сформульовано практичні висновки та узагальнення щодо особливостей використання пожежного спорядження, що мають значення як для виробників, так і для фахівців у сфері проектування захисного одягу. Зазначено, що подальші дослідження з розширеною вибіркою та виконанням робіт у змодельованих польових умовах можуть надати додаткову змістовну інформацію. Під час досліджень також застосовувалися методики та підходи, наведені в публікаціях [6–8].

Публікація [9] присвячена аналізу результатів експериментальних досліджень експлуатаційних характеристик зразків захисного тепловідбивного одягу пожежника, що використовується в комплексі з іншими елементами спорядження та призначений для захисту під час гасіння пожеж і проведення пожежно-рятувальних робіт в умовах високої температури навколишнього середовища, інтенсивного теплового випромінювання та тривалої дії відкритого полум’я.

У публікації [10] обґрунтовано необхідність проведення досліджень, спрямованих на визначення технічних вимог і методів випробувань захисного спорядження пожежника відповідно до європейської класифікації. Особливу увагу приділено підвищенню якості захисного спорядження та забезпеченню збереження життя та здоров’я пожежників-рятувальників під час виконання завдань за призначенням.

Водночас у зазначених публікаціях [3–4] і [9–10] не розглянуто проблему розроблення методології та впровадження в Україні ергономічних натурних випробувань захисного спорядження пожежника, що зумовлює актуальність і доцільність проведення відповідних досліджень.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Метою проведення ергономічних випробувань захисного спорядження пожежника є оцінювання рівня комфорту та зручності його використання, визначення впливу на працездатність, тепловий стан організму, аналіз розподілу маси спорядження, виявлення можливих обмежень зору і слуху, перевірка сумісності з іншими елементами екіпіровки, а також оцінювання впливу на психоемоційний стан пожежника-рятувальника.

Під час ергономічних випробувань досліджують, наскільки захисне спорядження обмежує рухи, створює тиск або натирання, спричиняє дискомфорт, впливає на швидкість і точність виконання професійних дій, рівень втоми, здатність підтримувати оптимальний тепловий баланс та відводити надлишкове тепло і вологу. Рівномірність розподілу ваги спорядження оцінюється з метою запобігання надмірному навантаженню на окремі частини тіла, вплив на сприйняття навколишнього середовища, сумісність із засобами індивідуального захисту органів дихання та можливість виникнення негативних психологічних реакцій, зокрема клаустрофобії або підвищеного стресу.

Під час перевірки захисного спорядження застосовують методи, що імітують реальні умови роботи пожежників, зокрема виконання комплексу фізичних вправ, які дають змогу оцінити функціональність і комфорт спорядження. Методологія оцінювання ергономічних показників якості передбачає декілька послідовних етапів. На першому етапі формулюються цілі та завдання випробувань. На другому етапі здійснюється формування групи респондентів з урахуванням різних антропометричних характеристик (зріст, маса тіла, статура тощо) відповідно до вимог ДСТУ ISO 15537 [11] з метою забезпечення репрезентативності результатів, а також ураховують практичний досвід використання захисного спорядження.

На третьому етапі розробляється сценарій проведення випробувань, що передбачає виконання типових для пожежно-рятувальних робіт дій у змодельованих екстремальних умовах. До таких дій належать рухові вправи (ходьба, біг, підйом сходами, повзання, нахили, присідання), маніпуляції з обладнанням (перенесення пожежних рукавів, робота з інструментами, використання дихального апарату), імітація рятувальних операцій, а також оцінювання комфорту під час тривалого носіння спорядження. Для контролю окремих показників застосовують засоби вимірювальної техніки, зокрема датчики руху, тиску, температури та вологості, пульсометри, а також засоби відеофіксації.

Після завершення випробувань респонденти суб'єктивно оцінюють зручність та комфорт роботи в захисному спорядженні шляхом анкетування, опитувань або інтерв'ю, а також із застосуванням стандартизованих шкал для кількісного оцінювання відчуттів. Отримані дані аналізують з метою виявлення недоліків і переваг спорядження та розроблення рекомендацій щодо вдосконалення його конструкції, матеріалів і функціональних характеристик.

До головних аспектів, які підлягають оцінюванню під час ергономічних випробувань, належать загальна маса спорядження та її вплив на мобільність і втому, обмеження рухів, здатність матеріалів відводити вологу та тепло, відповідність антропометричним даним пожежників, швидкість і зручність одягання та знімання, сумісність з іншими елементами екіпірування, вплив на виконання точних рухів і чутливість рук, а також рівень шуму, що може заважати спілкуванню та сприйняттю звукових сигналів.

Ергономічні випробування є безперервним процесом, що дає змогу виробникам удосконалити захисне спорядження, підвищуючи його комфортність, безпеку та ефективність. Водночас чинні національні стандарти України встановлюють переважно мінімальні технічні вимоги та передбачають перевірку ергономічних показників якості як добровільну процедуру, що призводить до ризику надходження неякісної продукції до пожежно-рятувальних підрозділів.

У публікації [12] наведено результати ергономічних досліджень касок пожежника, виконаних такими американськими науковцями, як Л. Г. Вей (Leonardo H. Wei), Г. М. Паулон (Gustavo M. Paulon) та С. К. Чоудхурі (Suman K. Chowdhury). У ході експерименту було досліджено вплив властивостей каски — зокрема її маси та положення центра мас — на втому м'язів шиї з метою обґрунтування біомеханічних аспектів її конструкції. У дослідженні взяли участь 36 пожежників (18 чоловіків і 18 жінок), які виконували завдання на тривале згинання та розгинання шиї за таких умов: без каски, у касках американського та європейського зразків. Було отримано дані електроміографії (ЕМГ) восьми м'язів шиї. Оцінювання втоми здійснювали за зростанням нормалізованого середнього абсолютного значення (НСАЗ) і зниженням медіанної частоти (МЧ) сигналів ЕМГ. Сигнали поділяли на чотири інтервали (0–25 %, 26–50 %, 51–75 %, 76–100 %), а для аналізу значень НСАЗ і МЧ застосовували методи регресійного та дисперсійного аналізу.

Результати дослідження показали, що використання каски американського зразка призводить до більшої активації м'язів і, відповідно,

швидшого розвитку втомі. Отримані результати підкреслюють важливість оптимізації положення центра мас, а не лише маси каски, під час її проектування для зменшення ризику травм шийного відділу. На **рис. 6** представлено основні етапи зазначеного процесу ергономічних досліджень каски пожежника.

Наразі в Україні діє низка стандартів [13–17], гармонізованих з європейськими, у яких вимоги до ергономічних показників подано переважно у вигляді рекомендованих додатків. Практика застосування зазначених стандартів виявила низку недоліків, пов'язаних зі складністю тлумачення вимог, відсутністю уніфікованої термінології та прийняттям стандартів методом підтвердження. Це ускладнює виявлення продукції, що не відповідає ергономічним вимогам, і негативно впливає на рівень безпеки особового складу.

У звіті [18] наведено результати науково-дослідної роботи щодо обґрунтування показників якості та методів оцінювання спеціального захисного спорядження пожежника, на основі яких розроблено національний стандарт України [19].

З огляду на викладене, актуальним є завдання щодо підвищення рівня безпеки та збереження життя і здоров'я пожежників-рятувальників шляхом удосконалення вимог до ергономічних показників якості захисного спорядження. Це зумовлює необхідність проведення досліджень, спрямованих на впровадження в Україні обов'язкових ергономічних натурних випробувань захисного спорядження пожежника відповідно до європейської класифікації. У межах відповідної НДР передбачено аналіз нормативної бази України та провідних країн світу, а також види ергономічних випробувань,

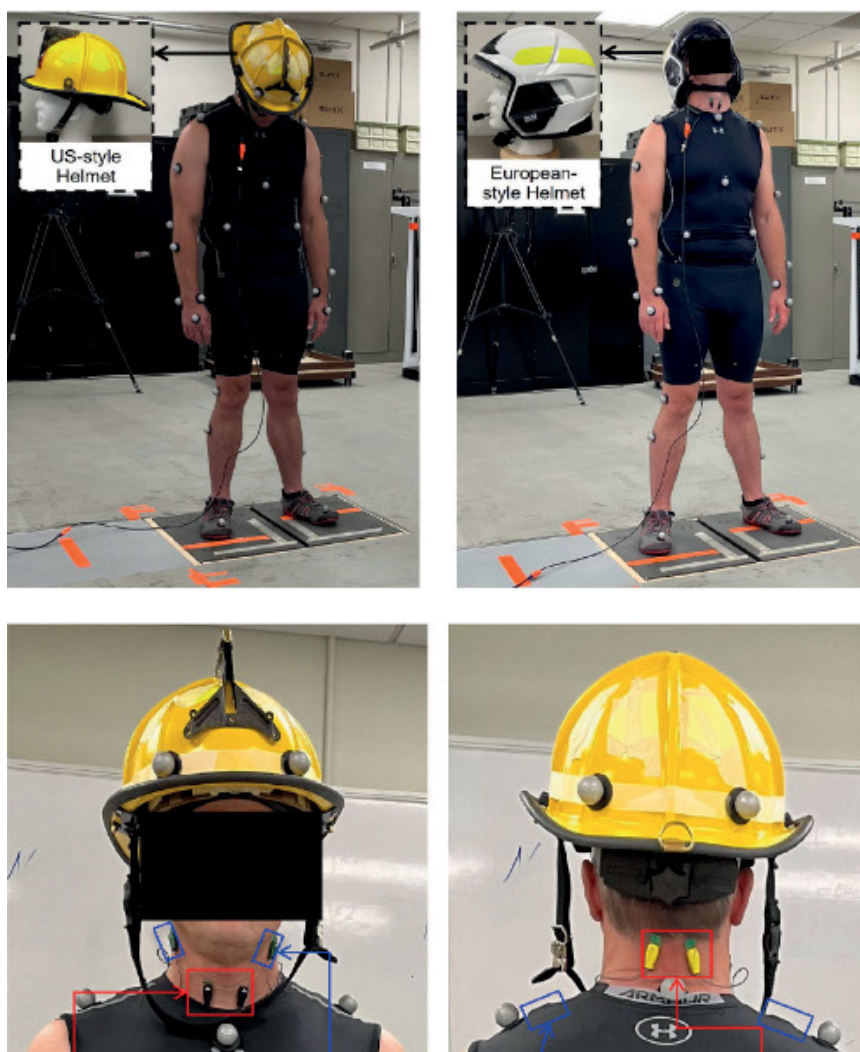


Рис. 6. Особливості ергономічних досліджень каски пожежника, проведених американськими науковцями

які застосовують на практиці. За результатами досліджень заплановано розроблення п'яти проектів національних стандартів України, гармонізованих з європейськими стандартами зі ступенем відповідності IDT.

ВИСНОВКИ

У статті обґрунтовано необхідність проведення досліджень, спрямованих на розроблення методології проведення натурних ергономічних випробувань захисного спорядження пожежника відповідно до європейської класифікації.

Практичне впровадження результатів значених досліджень дасть змогу здійснювати об'єктивне оцінювання відповідності захисного спорядження анатомічним і фізіологічним особливостям людини, забезпечити підвищення рівня комфорту та працездатності, зменшити втому і ризик травматизму особового складу пожежно-рятувальних підрозділів під час виконання завдань за призначенням, а також сприятиме підвищенню загальної якості захисного спорядження пожежника.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж [Електронний ресурс] : наказ Міністерства внутрішніх справ України від 26 квіт. 2018 р. № 340. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text>.
2. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. — Київ, 2019. — 84 с.
3. Щодо обґрунтування показників якості та методів їх оцінювання спеціального захисного спорядження пожежника [Електронний ресурс] / В. В. Присяжнюк, С. В. Семичаєвський, М. Л. Якіменко, М. В. Осадчук // Комунальне господарство міст. — 2021. — Т. 1. — Вип. 161. — С. 290–295. — Режим доступу: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5749>.
4. Семичаєвський С. В. Щодо експериментальних досліджень експлуатаційних характеристик зразків спеціального захисного спорядження пожежника / С. В. Семичаєвський, В. В. Присяжнюк, М. Л. Якіменко // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. — 2022. — Т. 33 (72). — № 5. — С. 348–353. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.5/54>
5. Assessment of Firefighters' needs for personal protective equipment / Huiju Park, Juyeon Park, Shu-Hwa Lin, Lynn M Boorady // Fashion and Textiles. — 2014. — Vol. 1. — No. 8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40691-014-0008-3>.
6. Adams P. S. Three methods for measuring range of motion while wearing protective clothing: a comparative study / P. S. Adams, W. M. Keyserling // International Journal of Industrial Ergonomics. — 1993. — Vol. 12. — Issue 3. — P. 177–191. DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(93\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0169-8141(93)90024-8)
7. Akbar-Khanzadeh F. Comfort of personal protective equipment / Farhang Akbar-Khanzadeh, Michael S.

- Bisesi, Ruben D. Rivas // Applied Ergonomics. — 1995. — Vol. 26. — Issue 3. — P. 195–198. DOI: [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(95\)00017-7](https://doi.org/10.1016/0003-6870(95)00017-7)
8. Effects of fire fighter protective ensembles on mobility and performance / Aitor Coca, W. Jon Williams, Raymond J. Roberge, Jeffrey V. Powell // Applied Ergonomics. — 2010. — Vol. 41. — Issue 4. — P. 636–641. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.01.001>.
 9. Семичаєвський С. В. Про експериментальні дослідження зразків одягу пожежника захисного-тепловідбивного / С. В. Семичаєвський // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. — 2022. — Т. 33 (72). — № 5. — С. 354–358. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.5/55>.
 10. Про необхідність обґрунтування технічних вимог та методів випробувань захисного спорядження пожежника / С. В. Семичаєвський, В. В. Присяжнюк, М. Л. Якіменко, М. В. Осадчук та ін. // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. — 2025. — Том 36 (75). — № 2. — С. 280–285. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.2.1/42>.
 11. ДСТУ EN ISO 15537:2022. Принципи відбирання тестувальників та їх застосування для тестування антропометричних аспектів промислових виробів і зразків (EN ISO 15537:2022, IDT; ISO 15537:2022 IDT). — Київ, 2022. — 11 с.
 12. Wei L. H. Firefighter helmets and neck muscle fatigue / L. H. Wei, Gustavo M. Paulon, Suman K. Chowdhury // Journal of Fire Protection Engineering. — 2025. — Vol. 69. — Issue 1. — P. 617–621. DOI: <https://doi.org/10.1177/10711813251371651>.
 13. ДСТУ EN 443:2017. Засоби індивідуального захисту голови. Каски пожежні (EN 443:2008, IDT). — Київ, 2017. — 41 с.
 14. ДСТУ EN 16473:2017. Каски пожежні. Каски для технічного порятунку (EN 16473:2014). — Київ, 2017. — 24 с.
 15. ДСТУ EN 659:2017. Захисні рукавички для пожежників. Загальні технічні вимоги та методи випробування (EN 659:2003+A1:2008, IDT). З поправкою № 1:2017. — Київ, 2017. — 12 с.
 16. ДСТУ EN 13911:2015. Захисний одяг для пожежників. Вимоги та методи випробування протипожежних капюшонів для пожежників (EN 13911:2004, IDT). — Київ, 2015. — 13 с.
 17. ДСТУ EN 469:2017. Захисний одяг для пожежників. Вимоги щодо показників якості захисного одягу для пожежників (EN 469:2005; A1:2006; AC:2006, IDT). — Київ, 2017. — 48 с.
 18. Обґрунтування показників якості і методів оцінювання спеціального захисного спорядження пожежника: Звіт про НДР ІДУНДЦЗ; кер. Присяжнюк В. В. — Київ, 2022. — 765 с.
 19. ДСТУ 9209:2023. Засоби індивідуального захисту пожежників. Класифікація, технічні вимоги та методи випробування. — Київ, 2023. — 59 с.

REFERENCES

1. (2018). Pro zatverdzhennia Statutu dii u nadzvychainykh sytuatsiiakh orhaniv upravlinnia ta pidrozdiliv Operatyvno-riativalnoi sluzhby tsyvilnoho zakhystu ta Statutu dii pid chas hasinnia pozhezh: Nakaz Ministerstva vnutrishnikh sprav Ukrainy. № 340 vid 26 kvit. 2018 [On approval of the statutes of actions in emergency situations for management bodies and units of the Operational and Rescue Service of Civil Protection and the statute of actions during firefighting: Order No. 340

- Ministry of Internal Affairs of Ukraine, April 26, 2018]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text> [in Ukr.].
- DSTU 8828:2019. (2019). Pozhezhna bezpeka. Zahalni polozhennia. [Fire safety. General provisions]. Kyiv, 84 p. [in Ukr.].
 - Prysiazhniuk, V. V., Semychaievskiy, S. V., Yakymenko, M. L., & Osadchuk, M. V. (2021). Shchodo obgruntuvannia pokaznykiv yakosti ta metodiv yikh otsiniuvannia spetsialnoho zakhysnoho sporiadzhennia pozhezhnyka [On substantiation of quality indicators and methods for their evaluation of firefighters' special protective equipment]. *Komunalne hospodarstvo mist* [Municipal Economy of Cities], 1 (161), 290-295. <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5749> [in Ukr.].
 - Semychaievskiy, S. V., Prysiazhniuk, V. V., & Yakymenko, M. L. (2022). Shchodo eksperymentalnykh doslidzhen ekspluatatsiinykh kharakterystyk zrazkiv spetsialnoho zakhysnoho sporiadzhennia pozhezhnyka [Experimental studies of operational characteristics of firefighters' special protective equipment samples]. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky* [Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences], 33(72), 5, 348-353. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.5/54> [in Ukr.].
 - Park, H., Park, J., & Lin, Sh. et al. (2014). Assessment of Firefighters' needs for personal protective equipment. *Fashion and Textiles*, 1, 8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40691-014-0008-3>.
 - Adams, P. S., & Keyserling, W. M. (1993). Three methods for measuring range of motion while wearing protective clothing: a comparative study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 12, 3, 177-191. DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(93\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0169-8141(93)90024-8).
 - Akbar-Khanzadeh, F., Bisesi, M. S., & Rivas, R. D. (1995). Comfort of personal protective equipment. *Applied Ergonomics*, 26, 3, 195-198. DOI: [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(95\)00017-7](https://doi.org/10.1016/0003-6870(95)00017-7).
 - Coca, A., Williams, W. J., Roberge, R. J., & Powell, J. B. (2010). Effects of fire fighter protective ensembles on mobility and performance. *Applied Ergonomics*, 41, 4, 636-641. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.01.001>.
 - Semychaievskiy, S. V. (2022). Pro eksperymentalni doslidzhennia zrazkiv odiahu pozhezhnyka zakhysnoho-teplovidyvnoho [Experimental studies of reflective protective firefighter clothing samples]. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky*, 33(72), 5, 354-358. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.5/55> [in Ukr.].
 - Prysiazhniuk, V. V., Semychaievskiy, S. V., Yakymenko, M. L., Osadchuk, M. V., Svirskiy, V. V., & Sydorenko, V. L. (2025). Pro neobkhidnist obgruntuvannia tekhnichnykh vymoh ta metodiv vyprobuvannia zakhysnoho sporiadzhennia pozhezhnyka. [On the necessity of substantiating technical requirements and test methods for firefighter protective equipment]. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky* [Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences], 36(75), 2, 280-285. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.2.1/42> [in Ukr.].
 - DSTU EN ISO 15537:2022. (2022). Pryntsypy vidbyrannia testovalnykh ta yikh zastosuvannia dlia testuvannia antropometrychnykh aspektiv promyslovykh vyrobiv i zrazkiv [Selection and use of test persons for testing anthropometric aspects of industrial products]. Kyiv, 11 p. [in Ukr.].
 - Wei, L. H., Paulon, G. M., & Chowdhury, S. K. (2025). Firefighter helmets and neck muscle fatigue. *Journal of Fire Protection Engineering*, 69, 1, 617-621. DOI: <https://doi.org/10.1177/10711813251371651>.
 - DSTU EN 443:2017. (2017). Zasoby individualnoho zakhystu holovy. Kasky pozhezhni [Personal protective equipment for the head. Fire helmets]. Kyiv, 41 p. [in Ukr.].
 - DSTU EN 16473:2017. (2017). Kasky pozhezhni. Kasky dlia tekhnichnoho poriatunku [Fire helmets for technical rescue]. Kyiv, 24 p. [in Ukr.].
 - DSTU EN 659:2017. (2017). Zakhysni rukavychky dlia pozhezhnykiv. Zahalni tekhnichni vymohy ta metody vyprobuvannia [Protective gloves for firefighters. General requirements and test methods]. Kyiv, 12 p. [in Ukr.].
 - DSTU EN 13911:2015. (2015). Zakhysnyi odiah dlia pozhezhnykiv. Vymohy ta metody vyprobuvannia protypozhezhnykh kapyushoniv [Protective clothing for firefighters. Requirements and test methods for fire hoods]. Kyiv, 13 p. [in Ukr.].
 - DSTU EN 469:2017. (2017). Zakhysnyi odiah dlia pozhezhnykiv. Vymohy shchodo pokaznykiv yakosti zakhysnoho odiahu [Protective clothing for firefighters. Performance requirements for protective clothing]. Kyiv, 48 p. [in Ukr.].
 - Prysiazhniuk, V. V. (Ed.). (2022). Obgruntuvannia pokaznykiv yakosti i metodiv otsiniuvannia spetsialnoho zakhysnoho sporiadzhennia pozhezhnyka [Substantiation of quality indicators and evaluation methods of firefighters' special protective equipment]. Kyiv, 765 p. [in Ukr.].
 - DSTU 9209:2023. (2023). Zasoby individualnoho zakhystu pozhezhnykiv. Klasyfikatsiia, tekhnichni vymohy ta metody vyprobuvannia [Personal protective equipment for firefighters. Classification, technical requirements and test methods]. Kyiv, 59 p. [in Ukr.].

V. V. PRYSIAZHNIUK, PhD in Engineering, Senior Researcher

S. V. SEMYCHAIEVSKYI, Senior Researcher

M. L. YAKIMENKO, Researcher

M. V. OSADCHUK, Researcher

V. L. SYDORENKO, D. Sc. in Engineering, Professor, Leading Researcher

ERGONOMIC INDICATORS OF FIREFIGHTERS' PROTECTIVE EQUIPMENT: RATIONALE FOR THEIR EVALUATION

Abstract. The article substantiates the need to conduct research aimed at determining and assessing ergonomic quality indicators of firefighter protective equipment in accordance with the European classification and modern approaches to the evaluation of personal protective equipment. Particular attention is paid to the analysis of structural elements of protective equipment in order to improve its effectiveness during operation by operational units of the State Emergency Service of Ukraine. The main structural parameters that should be taken into account

when assessing ergonomic indicators are identified to ensure an adequate level of protection and to reduce the negative impact on the health of firefighters and rescuers during the performance of assigned tasks. The main quality indicators and criteria used for the assessment of ergonomic properties of firefighter protective equipment are presented. It is established that the key ergonomic indicators include wearing comfort, reliability and functionality of fasteners, clarity and visibility during work, compatibility with other personal protective equipment, freedom of movement, and proper fit. It is determined that the assessment of ergonomic properties is carried out through practical testing of protective equipment involving the performance of typical firefighting and rescue activities. The main reasons for declaring firefighter protective equipment unacceptable based on the results of ergonomic testing are identified.

The results of ergonomic studies of firefighter helmets conducted by American scientists are presented. Deficiencies in the current regulatory documents regarding the regulation of ergonomic testing of firefighter and rescuer helmets, firefighter gloves, hoods, and protective and heat-reflective firefighter clothing are revealed. Directions for further research aimed at improving the requirements for the quality indicators of these products and developing national standards of Ukraine harmonized with European standards at the IDT (identical) level are outlined

Keywords: ergonomic indicators, structural elements, protective equipment, firefighter protective clothing, firefighter and rescuer helmet, ergonomic properties, firefighter hood, fire and rescue units, firefighter gloves.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Присяжнюк Віталій В'ячеславович — канд. техн. наук, ст. дослідник, старший науковий співробітник, Інститут наукових досліджень з цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, вул. Вишгородська, 21, м. Київ, Україна, 04074; prysiazhniuk_vitalii@nuczu.edu.ua; ORCID: 0000-0002-9780-785X

Семичаєвський Сергій Валерійович — с. н. с., Інститут наукових досліджень з цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, вул. Вишгородська, 21, м. Київ, Україна, 04074; semychaievskiy_serhii@nuczu.edu.ua; ORCID: 0000-0002-2413-5386

Якіменко Михайло Леонідович — н. с., Інститут наукових досліджень з цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, вул. Вишгородська, 21, м. Київ, Україна, 04074; yakimenko_mykhailo@nuczu.edu.ua; ORCID: 0000-0003-4988-8015

Осадчук Максим Віталійович — н. с., Інститут наукових досліджень з цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, вул. Вишгородська, 21, м. Київ, Україна, 04074; osadchuk_maksym@nuczu.edu.ua; ORCID: 0000-0002-4584-3541

Сидоренко Володимир Леонідович — д-р техн. наук, проф., провідний науковий співробітник, Інститут наукових досліджень з цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, вул. Вишгородська, 21, м. Київ, Україна, 04074; sydorenko_volodymyr@nuczu.edu.ua; ORCID: 0000-0002-4584-486X (автор для листування)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Prysiashniuk V. V. — PhD in Engineering, Senior Researcher; Institute of Scientific Research on Civil Protection of the National University of Civil Protection of Ukraine, 21, Vyshhorodska Str., Kyiv, 04074, Ukraine; prysiazhniuk_vitalii@nuczu.edu.ua; ORCID: 0000-0002-9780-785X

Semychaievskiy S. V. — Senior Researcher, Institute of Scientific Research on Civil Protection of the National University of Civil Protection of Ukraine, 21, Vyshhorodska Str., Kyiv, 04074, Ukraine; semychaievskiy_serhii@nuczu.edu.ua; ORCID: 0000-0002-2413-5386

Yakimenko M. L. — Researcher, Institute of Scientific Research on Civil Protection of the National University of Civil Protection of Ukraine, 21, Vyshhorodska Str., Kyiv, 04074, Ukraine; yakimenko_mykhailo@nuczu.edu.ua; ORCID: 0000-0003-4988-8015

Osadchuk M. V. — Researcher, Institute of Scientific Research on Civil Protection of the National University of Civil Protection of Ukraine, 21, Vyshhorodska Str., Kyiv, 04074, Ukraine; osadchuk_maksym@nuczu.edu.ua; ORCID: 0000-0002-4584-3541

Sydorenko V. L. — D. Sc. in Engineering, Professor; Leading Researcher, Institute of Scientific Research on Civil Protection of the National University of Civil Protection of Ukraine, 21, Vyshhorodska Str., Kyiv, 04074, Ukraine; sydorenko_volodymyr@nuczu.edu.ua; ORCID: 0000-0002-4584-486X (correspondence author)



Надійшла до редакції 07.05.2026

Прийнята до друку 22.05.2026

Опубліковано 30.06.2026

