УДК 351.861 + 614.84

ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ В УМОВАХ МОЖЛИВОГО БОЙОВОГО УРАЖЕННЯ

https://doi.org/10.33269/nvcz.2024.1.15-28

Скоробагатько Т. М.[1*] ORCID iD 0000-0001-5651-1975
Пруський А. В.[1], ORCID iD 0000-0002-9132-7070
Маловик І. В.[2], ORCID iD 0009-0009-2319-9730
Прокофьєв М. І.[3], ORCID iD 0000-0001-9388-3735
Якіменко М. Л.[1], ORCID iD 0000-0003-4988-8015
Середа Д. В.[1], ORCID iD 0000-0002-9645-5864
*E-mail: tarasskorobagatko@gmail.com

[1]*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, Україна*
[2]*Департамент запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС України, Україна*
[3]*Донецький національний університет ім. Василя Стуса, Україна*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ
Надійшла до редакції: 09.01.2024
Пройшла рецензування: 01.04.2024

КЛЮЧОВІ СЛОВА:
бойове ураження, бронежилет, газодимозахисник, захисне спорядження, мобільний тренажер, експериментальні дослідження, статистичний аналіз

АНОТАЦІЯ
Зазначено, що непоодинокі факти загибелі рятувальників під час виконання завдань за призначенням, зокрема в умовах воєнних дій, свідчать про те, що дослідження показників, які характеризують діяльність газодимозахисників за цих обставин, є актуальною науково-практичною задачею. Згідно з аналізом важливою та невирішеною частиною проблеми здійснення особовим складом аварійно-рятувальних робіт у разі можливого ураження під час війни є відсутність кількісних показників, що розкривають відповідні закономірності діяльності газодимозахисників. Статистичний аналіз експериментальних даних, отриманих під час виконання у випадковій послідовності визначених контрольних вправ (підіймання нескінченними сходами, тяговий тренажер, бігова доріжка, велотренажер, подолання теплодимокамери-лабіринту в задимленому середовищі у разі підвищеної температури до 60°С та обмеженого простору) на мобільному тренажері виробництва компанії MAW GmbH, на якому сьогодні можна найбільш повно відтворити умови роботи пожежників-рятувальників у непридатному для дихання середовищі, дав змогу одержати новий науковий результат. Визначено, що закономірності діяльності газодимозахисників в умовах можливого бойового ураження, якщо вони додатково оснащуються бронежилетами, характеризуються тим, що їх розподіл описується відповідно до нормального закону. Це дало змогу за допомогою критерію Стьюдента для залежних вибірок із рівнем значущості α=0,05 отримати як показники діяльності особового складу, відмінності між якими у разі здійснення оперативної діяльності в бронежилетах є значущими, так і показники, відмінності між якими можна вважати незначущими. Наголошено, що у процесі проведення експериментальних досліджень час виконання поставленого завдання після застосування бронежилета 3-го класу захисту практично не змінився. Проте в розглядуваних умовах експерименту навіть лише через збільшення ваги оснащення та підвищення складності роботи суттєво погіршилися всі психофізіологічні показники, які характеризують стан рятувальника. Запропоновано показники для спрощеної оцінки часу роботи газодимозахисників.

Постановка проблеми. Оперативно-рятувальні підрозділи ДСНС щодня здійснюють близько 200 виїздів на ліквідацію наслідків обстрілів ворогом населених пунктів та об’єктів інфраструктури [1].

З огляду на зазначене, а також на непоодинокі факти загибелі рятувальників

під час виконання ними завдань за призначенням дослідження показників, які характеризують діяльність газодимозахисників у разі проведення аварійно-рятувальних робіт в умовах можливого бойового ураження, є актуальною науково-практичною задачею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питанням підвищення ефективності проведення аварійно-рятувальних робіт присвячена достатня кількість наукових праць, зокрема таких, що пов'язані з підвищеною складністю виконання. Так, у [2] вказано, що значні труднощі, зважаючи на підвищену температуру, погану видимість та брак досвіду роботи у закритих приміщеннях, виникають у рятувальників під час надзвичайних ситуацій у тунелях. Проте основну увагу під час обґрунтування рекомендацій приділено навчальним заходам, в яких визначаються різні інтерпретації та мотиви для розроблення заходів реагування надалі. Питання безпосередньої оцінки результатів діяльності особового складу, зокрема в непридатному для дихання середовищі, не розглядались. Це опрацювали у [3], де наголошено на суттєвих відмінностях як за часом виконання типових операцій, так і за витратою повітря. Але і в цьому разі отримані результати складно використовувати для обґрунтування пропозицій щодо підвищення ефективності аварійно-рятувальних робіт в умовах можливого бойового ураження, оскільки не враховуються особливості, що пов'язані з необхідністю використання особовим складом відповідних засобів захисту.

Зазначене не реалізовано і в [4], де основна увага приділялась формуванню клімату безпеки серед пожежників, у цьому разі внаслідок використання відповідних засобів індивідуального захисту як особливих факторів робочих одиниць. Водночас не брали до уваги не тільки наявність засобів захисту, а й те, що їх застосування призводить до додаткового навантаження на організм рятувальника. Також про це вказано (без урахування особливостей роботи рятувальників в умовах можливого бойового ураження) і в [5], а саме, здійснено критичний аналіз щодо фізичних вимог екстреного реагування та наведено аргументацію для експертів у цій області стосовно підвищення рівня знань про здоров'я та фізичну підготовленість серед персоналу служб екстреного реагування, визначення різних компонентів навчання та освіти. А в [6] зазначено, що урахування фізичних навантажень працівників в екстремальних умовах зменшить професійні стреси та травми, вплине на ефективність їх діяльності, а також сприятиме підтриманню здоров'я на визначеному рівні.

Крім того, у [7] на прикладі аналізу проведення аварійно-рятувальних робіт у 2011 р. на АЕС «Фукусіма-дайіті» (АЕС) Токійської електроенергетичної компанії показана необхідність визначення закономірностей дій тих рятувальників, які безпосередньо працювали біля та в осередку надзвичайної ситуації. Але отримані там результати практично неможливо використовувати для обґрунтування пропозицій щодо підвищення ефективності дій рятувальників як у непридатних для дихання умовах, так і у вибухонебезпечному середовищі. Водночас у дослідженні [8], в якому розглядались закономірності оцінки готовності лікарів до хімічних, радіологічних та ядерних інцидентів, зауважено, що у їх підготовці, зокрема лікарів швидкої допомоги, повинні враховуватись специфічні особливості навколишнього середовища надзвичайної ситуації.

Що ж до газодимозахисників ДСНС, то на сьогодні застосовується підхід розкриття закономірностей діяльності особового складу [9]. Підтверджено його ефективність і під час дослідження їхніх дій у непридатному для дихання середовищі [10], і під час дослідження дій рятувальників у специфічних умовах: водолазів-саперів [11] або саперів як із

застосуванням відповідних засобів захисту [12], так і з використанням спеціалізованих засобів колективного захисту [13]. Але, безумовно, діяльність газодимозахисників під час ліквідації надзвичайних ситуацій в зоні можливого бойового ураження має свої закономірності, які можуть бути пов'язані як із їх оснащенням засобами захисту від уражень вогнепальної та холодної зброї чи осколкових часток вибухових пристроїв, так і з засобами індивідуального захисту органів дихання. Нині в Україні склалася унікальна ситуація, коли газодимозахисник ДСНС повинен застосовувати як одну, так і другу групу засобів індивідуального захисту. Проте зазначене в жодній країні світу не розглядалось, а без знання відповідних закономірностей кількісних показників, які характеризують цю особливість діяльності особового складу, рекомендації будуть мати тільки якісний характер.

Таким чином, важливою та нерозв'язаною частиною проблеми проведення аварійно-рятувальних робіт особовим складом в умовах можливого бойового ураження є відсутність кількісних показників, що характеризують відповідні закономірності діяльності газодимозахисників.

Формулювання цілей дослідження. Метою статті є аналіз того, як одночасне використання газодимозахисниками засобів індивідуального захисту органів дихання (апаратів на стисненому повітрі) й засобів індивідуального захисту від уражень вогнепальної та холодної зброї чи осколкових часток вибухових пристроїв (бронежилетів), що вдягаються на торс поверх захисного одягу пожежника, впливає на показники, які характеризують результати їх діяльності.

Для досягнення поставленої мети потребують розв'язання такі завдання:

– вибір лабораторно-випробувальної бази, визначення показників, які характеризують діяльність газодимозахисників одночасно в засобах індивідуального захисту органів дихання та бронежилетах відповідного класу захисту, та оцінка можливості отримання вихідних даних;

– статистичний порівняльний аналіз отриманих експериментальних результатів;

– обговорення результатів порівняльного аналізу щодо одночасного використання стандартного оснащення газодимозахисників з додатковим оснащенням (бронежилетом), що впливає на показники, які характеризують результати діяльності особового складу.

Об'єкт дослідження – проведення аварійно-рятувальних робіт особовим складом в умовах можливого бойового ураження. Предмет дослідження – закономірності діяльності газодимозахисників за одночасного використання засобів індивідуального захисту органів дихання та бронежилетів.

Робоча гіпотеза полягала в тому, що отримання кількісних показників, які характеризують розглянутий варіант діяльності газодимозахисників (одночасне використання засобів індивідуального захисту органів дихання та бронежилетів) як функцій розподілу, дає змогу здійснити відповідно до критерію Стьюдента їх порівняльний кількісний аналіз через зіставлення з відповідними результатами у разі стандартного оснащення газодимозахисників (використання тільки засобів індивідуального захисту органів дихання).

Методи дослідження – експериментальні дослідження результатів діяльності газодимозахисників як лише в засобах індивідуального захисту органів дихання, так і в комбінації з бронежилетами, на мобільному тренажері контейнерного типу виробництва компанії MAW GmbH (далі – мобільний тренажер), який найбільш повно відтворює умови роботи рятувальників у непридатному для дихання середовищі, з порівнянням статистичних характеристик, які отримують на ЕОМ у середовищі Excel.

Виклад основного матеріалу.

Вибір лабораторно-випробувальної бази та оцінка можливості отримання вихідних даних

Аналогічно до [10] для проведення порівняльних експериментальних випробувань використовувався мобільний тренажер виробництва компанії «MAW GmbH». Він складався з мобільного тренувального комплексу з пультом управління, що розміщувався у 20-ти футовому (6 м) металевому контейнері, який поділено на три зони (компресорна, пульт керування, приміщення з тренажерами), та мобільної теплодимокамери-лабіринту, яка являє собою 40-ка футовий (12 м) металевий контейнер, в якому розміщено двоярусний лабіринт, оснащений різноманітними перешкодами, димогенерувальною машиною та електричними тенами.

Відповідно до [14] під час занять із газодимозахисниками, а саме вони й були досліджуваними, кожен із них виконував у випадковій послідовності визначені вправи з урахуванням мінімально необхідного навантаження: підіймання нескінченними сходами (15 кДж); тяговий тренажер (5 кДж); бігова доріжка (10 кДж); велотренажер (30 кДж); подолання теплодимокамери-лабіринту в задимленому середовищі в умовах підвищеної температури (50±2°С) та обмеженого простору (20 кДж).

Під час експериментальних досліджень ті ж самі респонденти виконували один раз визначений набір вправ у відповідному [15] спорядженні (каска пожежна [16], захисний одяг пожежника [17], пояс пожежний рятувальний [18], взуття пожежника захисне [18], рукавички пожежника [19], апарат на стисненому повітрі [20]) та другий раз, із перервою на одну добу, у тому ж самому спорядженні й додатково (рис. 1) у бронежилеті 3-го класу захисту [21]. Відповідно загальна маса спорядження, в якому газодимозахисник виконував вправи, в першому випадку становила близько 25 кг, а у другому – близько 35 кг (+ 40% щодо першого варіанта).

До виконання контрольного завдання допускались газодимозахисники, у яких частота серцевих скорочень (ЧСС) не перевищувала 80 уд./хв.



Рисунок 1 – Газодимозахисник у загальноприйнятому оснащенні та бронежилеті

Джерело: розроблено авторами

Обладнання мобільного тренажера [14] дає змогу в автоматичному режимі зафіксувати діапазон серцебиття Δf від мінімального f_{min} до максимального f_{max} значення частоти серцевих скорочень [уд./хв], середнє значення показника серцебиття $\bar{f}$ [уд./хв], об’єм Q використаного повітря [л] та тривалість t [с; хв] безперервного виконання визначених вправ та проходження лабіринту в умовах підвищеної (50±2°С) температури. Наявність об’єму Q та тривалості t дає змогу оцінити й показник легеневої вентиляції.

$$\omega = \frac{Q \cdot 60}{t}. \qquad [\text{л/хв.}] \quad (1)$$

Таким чином, використання мобільного тренажера виробництва компанії «MAW GmbH» дає змогу реалізувати в автоматичному режимі проведення порівняльних експериментальних досліджень найбільш важливих показників оперативної діяльності в непридатному для дихання середовищі (частоти серцевих скорочень, об'єму використаного повітря, часу безперервного виконання визначеного та однакового для всіх досліджуваних набору вправ, а також легеневої вентиляції). За ними можна порівняти закономірності діяльності газодимозахисників за умов використання ними стандартного оснащення та одночасного використання стандартного оснащення й бронежилетів, які вони вдягають під час ліквідації надзвичайних ситуацій в непридатному для дихання середовищі в умовах можливого бойового ураження.

Статистичний порівняльний аналіз отриманих експериментальних результатів

Оскільки передбачається перевірка відмінностей отриманих експериментальних результатів (табл. 1) за критерієм Стьюдента, то спочатку вони через те, що для кожного разу використовувалися вибірки з об'ємом $n = 10 < 30$, були перевірені на нормальність розподілу за критерієм Шапіро-Уілкі [22].

Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень

Параметр / Випробуваний	$f^{без}_{min}$, уд./хв	$f^{брон}_{min}$, уд./хв	$f^{без}_{max}$, уд./хв	$f^{брон}_{max}$, уд./хв	$\Delta f^{без}$, уд./хв	$\Delta f^{брон}$, уд./хв	$\bar{f}^{без}$, уд./хв
1	105	106	155	160	50	54	136
2	115	135	170	175	55	40	151
3	145	130	185	185	40	55	168
4	125	150	185	195	60	45	174
5	100	105	145	165	45	60	138
6	140	150	190	200	50	50	172
7	120	133	176	181	56	48	155
8	125	130	174	182	49	52	155
9	110	120	165	190	55	70	142
10	105	115	155	195	50	80	164

Продовження таблиці 1

Параметр / Випробуваний	$\bar{f}^{брон}$, уд./хв	$Q^{без}$, л	$Q^{брон}$, л	$t^{без}$, хв	$t^{брон}$, хв	$\omega^{без}$, л/хв	$\omega^{брон}$, л/хв
1	148	1080	1380	17	14	63,53	98,57
2	158	840	1050	14	14	60,00	75,00
3	164	900	1320	10	18	90,00	73,33
4	179	1320	1260	18	14	73,33	90,00
5	151	1120	1400	16	16	70,00	87,50
6	182	1240	1460	15	15	82,67	97,33
7	164	1020	1240	15	16	68,00	77,50
8	168	1080	1440	14	15	77,14	96,00
9	158	1020	1360	15	16	68,00	85,00
10	172	1180	1360	16	15	73,75	90,67

Джерело: розроблено авторами

Застосовані такі скорочення:
верхній індекс ^{без} – використовується для параметрів, які характеризують діяльність газодимозахисника у загальноприйнятому оснащенні; верхній індекс ^{брон} – використовується для параметрів, які характеризують діяльність газодимозахисника у комбінації загальноприйнятого оснащення із бронежилетом.

Для цього, наприклад, якщо розглядається кількість витраченого повітря в комбінації засобів індивідуального захисту (цей випадок вибрано через те, що саме в цьому разі розподіл мав найбільше значення показника скошеності $Skos = 1{,}43$, тобто розподіл міг більше всього відрізнятись від нормального), то спочатку розраховано його середнє значення під час виконання на мобільному тренажері визначеного переліку вправ.

$$\overline{Q}^{брон} = \frac{\sum_{i}^{n} Q_i^{брон}}{n} = 1327 \text{ л}, \quad (2)$$

де $Q_i^{брон}$ – кількість витраченого повітря і-м досліджуваним під час виконання вправи в комбінації стандартного оснащення разом із бронежилетом, л;

середньоквадратичне відхилення

$$\sigma_Q^{брон} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} \left(Q_i^{брон} - \overline{Q}^{брон}\right)^2} = 120 \text{ л}, \quad (3)$$

та

$$n \cdot m_2 = \sum_{i=1}^{n} \left(Q_i^{брон} - \overline{Q}^{брон}\right)^2 = 129610 \text{ л}, \quad (4)$$

де m_2 – вибірковий центральний момент другого порядку.

Оскільки оцінки $Q_i^{брон}$ є результатом обробки незалежних спостережень, вони розташовані в порядку неспадання і позначені символами $Q_1^{брон}, Q_2^{брон}, ..., Q_{n=10}^{брон}$. У табл. 2 наведена впорядкована серія отриманих значень витрат повітря під час виконання вправ у комплексі засобів захисту із використанням бронежилету 3-го класу захисту. Це дало змогу обчислити проміжну суму S за формулою:

$$S = \sum_{i}^{k} a_{n-i+1} \cdot (Q^{брон}_{(n-i+1)} - Q^{брон}_{i}) = 338{,}42 \text{ л}, \quad (5)$$

де k – індекс, який має значення від 1 до $n/2 = 5$; a_{n-i+1} – коефіцієнт, який має спеціальні значення для обсягу вибірки n (його значення, що наведені в табл. 2, взято з табл. 10 [22]).

Таблиця 11 [22] для рівня значущості α=0,05 та n=10 дає значення $W_{табл} = 0{,}869$.

Оскільки

$$W = \frac{S^2}{n \cdot m} = \frac{114528{,}1}{1296105} 1 = 0{,}884 \geq W_{табл} = 0{,}869, \quad (6)$$

розподіл відповідно до [22] вважається нормальним.

Таблиця 2 – Упорядкована серія отриманих значень витрат повітря в комплексі засобів захисту із використанням бронежилета

k	$Q^{брон}_{(10-k+1)}$, л	$Q^{брон}_{k}$, л	$Q^{брон}_{(10-k+1)} - Q^{брон}_{k}$, л	a_{n-k+1}	$a_{n-k+1} \cdot \cdot \left(Q^{брон}_{(10-k+1)} - Q^{брон}_{k}\right)$
1	1460	1050	410,00	0,574	235,34
2	1440	1240	200,00	0,329	65,8
3	1400	1260	140,00	0,214	29,96
4	1380	1320	60,00	0,122	7,32
5	1360	1360	0,00	0,039	0
S					338,42
S^2					114528,1

Джерело: розроблено авторами

Розрахунки відповідно до (3) – (6) здійснені й для двох інших варіантів виконання контрольної вправи. В узагальненому вигляді вони наведені в табл. 3. Видно, що в усіх випадках розподіли з рівнем значущості α=0,05 можуть вважатись нормальними.

Таблиця 3 – Узагальнені результати перевірки нормальності розподілів

Параметр	$f^{без}_{min}$, уд./хв	$f^{брон}_{min}$, уд./хв	$f^{без}_{max}$, уд./хв	$f^{брон}_{max}$, уд./хв	$\Delta f^{без}$, уд./хв	$\Delta f^{брон}$, уд./хв	$\bar{f}^{без}$, уд./хв
$\bar{x}$	119,00	127,40	170,00	182,80	51,00	55,40	155,50
σ_x	15,06	15,96	14,91	13,13	5,79	11,94	13,87
Skos	0,58	0,01	-0,31	-0,54	-0,41	1,04	-0,10
W	0,934	0,930	0,950	0,947	0,956	0,925	0,930
$W_{табл}$	0,869						

Продовження таблиці 3

Параметр	$\bar{f}^{брон}$, уд./хв.	$Q^{без}$, л	$Q^{брон}$, л	$t^{без}$, хв.	$t^{брон}$, хв.	$\omega^{без}$, л/хв.	$\omega^{брон}$, л/хв.
$\bar{x}$	164,40	1080,00	1327,00	15,00	15,30	72,64	87,09
σ_x	11,18	146,06	120,00	2,16	1,25	8,92	9,25
Skos	0,17	-0,05	-1,43	-1,24	0,99	0,65	-0,33
W	0,965	0,989	0,884	0,894	0,871	0,965	0,918
$W_{табл}$	0,869						

Джерело: розроблено авторами

Тобто результати статистичного оцінювання експериментальних даних, які отримано в процесі здійснення контрольного завдання на мобільному тренажері, що відображає реальну діяльність газодимозахисників як без бронежилетів, так і в них за рівня значущості α=0,05, описуються нормальним розподілом незалежно від комбінації тих засобів індивідуального захисту, в яких вони працюють.

Це дає змогу здійснити статистичний порівняльний аналіз отриманих експериментальних результатів за критерієм Стьюдента. З урахуванням того, що вибрані вибірки є залежними, оскільки одні й ті ж особи (газодимозахисники) брали участь в експериментальних дослідженнях як у стандартному оснащенні, так і (наступного дня) в його поєднанні із бронежилетами, використовується статистичний t-критерій перевірки гіпотези про достовірність різниці середніх для залежних вибірок (до – після). Водночас гіпотеза H_0 свідчить про те, що значення ознаки між фоновим рівнем (виконання контрольного завдання у стандартному оснащенні газодимозахисника) та рівнем сформованості ознаки після впливу незалежної змінної (поєднання із бронежилетами) на вибірці не відрізняються, а гіпотеза H_1 – значення ознаки у вибірці до та після впливу незалежної змінної відрізняються.

Для цього, якщо порівнюється виконання контрольної вправи без та з використанням бронежилетів, розглядалась гіпотеза

$$H_0 : t^{без} = t^{брон} (7)$$

та її альтернатива

$$H_1 : t^{без} \neq t^{брон}, (8)$$

яка доводить відмінність середніх значень.

У разі застосування критерію Стьюдента для залежних вибірок стандартна помилка різниці розраховується [23] так (як приклад розглядається порівняння математичних очікувань часу виконання контрольного завдання без та із застосуванням бронежилета):

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i^{\,2} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} d_i\right)^2}{n}}{n\cdot(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (t_i^{без} - t_i^{брон})^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{10} t_i^{без} - t_i^{брон}\right)^2}{10}}{10\cdot(10-1)}} = 1{,}01, \quad (9)$$

де d_i – різниця між відповідними значеннями змінних

$$d_i = t_i^{без} - t_i^{брон}. \quad (10)$$

Коефіцієнт Стьюдента визначається як

$$t_{набл} = \frac{\bar{d}}{S_d} = \frac{0{,}30}{1{,}01} = 0{,}30, \quad (11)$$

де $\bar{d}$ – середнє значення між відповідними значеннями змінних

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \left(t_i^{без} - t_i^{брон}\right)}{10} = 0{,}30. \quad (12)$$

Тоді з урахуванням того, що у разі числа ступенів свободи

$$\upsilon = n - 1 = 10 - 1 = 9 \quad (13)$$

можна вважати, що за рівня значущості α=0,05 результати часу виконання контрольної вправи у разі одночасного використання загальноприйнятих засобів індивідуального захисту та бронежилетів практично не відрізняються від її виконання без бронежилета, оскільки

$$t_{набл} = 0{,}30 > t_{табл}(\alpha = 0{,}05;\ \upsilon = 9) = 2{,}26. \quad (14)$$

Узагальнені результати оцінювання того, наскільки значуще відрізняються математичні очікування показників, які розглядаються за t-критерієм Стьюдента для залежних вибірок, наведено в табл. 4 та на рис. 2–8.

Таблиця 4 – Узагальнені результати оцінювання того, наскільки значуще відрізняються математичні очікування показників, які розглядались

	f min, уд./хв	f max, уд./хв	Δf, уд./хв	$\bar{f}$, уд./хв	Q, л	t, хв	ω, л/хв
$t_{набл}$	2,44	2,34	0,95	5,04	5,92	0,30	3,58
$t_{табл}(\alpha = 0{,}05)$	2,26						

Джерело: розроблено авторами

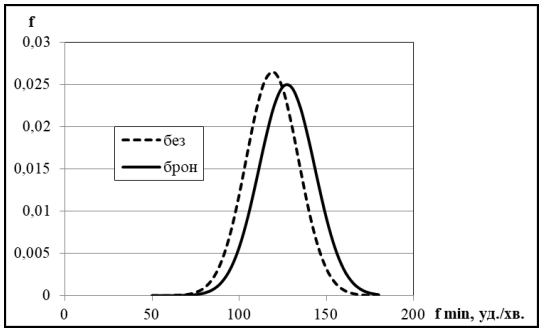


Рисунок 2 – Розподіли мінімальної ЧСС залежно від оснащення газодимозахисників

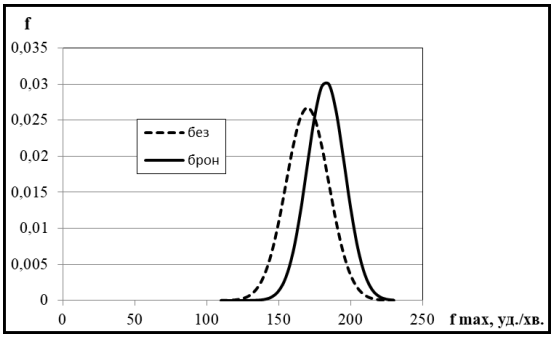


Рисунок 3 – Розподіли максимальної ЧСС залежно від оснащення газодимозахисників

Джерело: розроблено авторами

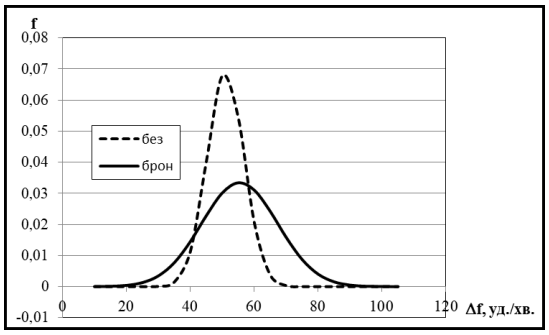


Рисунок 4 – Розподіли діапазону ЧСС залежно від оснащення газодимозахисників

Джерело: розроблено авторами

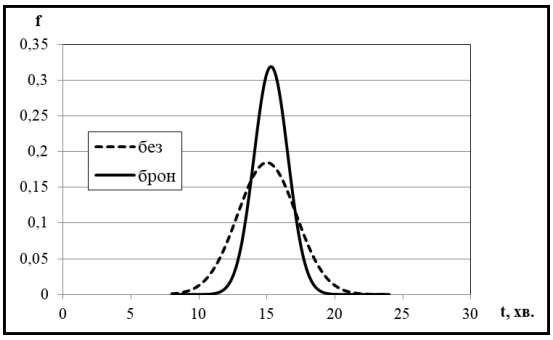


Рисунок 7 – Розподіли часу виконання контрольного завдання залежно від оснащення газодимозахисників

Джерело: розроблено авторами

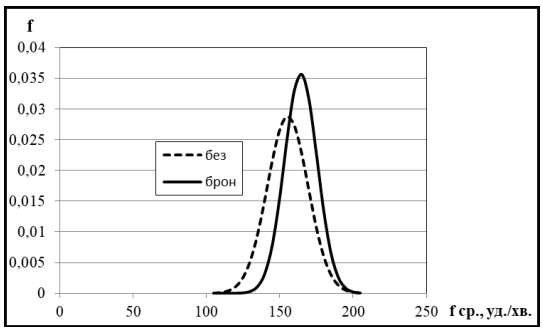


Рисунок 5 – Розподіли середнього показника ЧСС залежно від оснащення газодимозахисників

Джерело: розроблено авторами

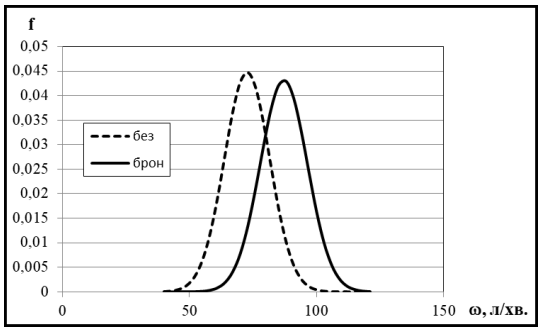


Рисунок 8 – Розподіли легеневої вентиляції (витрати повітря) залежно від оснащення газодимозахисників

Джерело: розроблено авторами

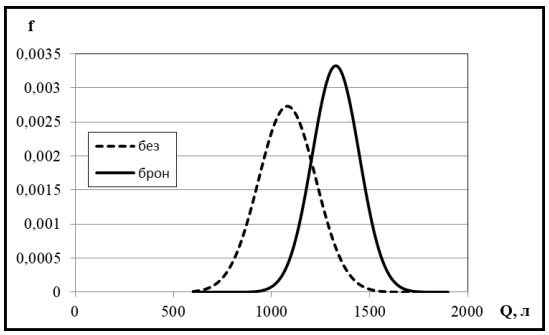


Рисунок 6 – Розподіли витрат повітря ЧСС залежно від оснащення газодимозахисників

Джерело: розроблено авторами

Аналіз результатів, що наведені в табл. 4 та на рис. 2–8, показує з рівнем значущості α=0,05, що показники діапазону серцебиття від мінімального до максимального (рис. 4) та часу виконання контрольного завдання (рис. 7) залежно від оснащення газодимозахисників збігаються, а для показників мінімальних (рис. 2), максимальних (рис. 3) та середніх за час виконання завдання (рис. 5) значень ЧСС, а також витрат повітря в апаратах на стисненому повітрі (рис. 6) та легеневої вентиляції (витрати повітря) (рис. 8) їх відмінності слід вважати значущими.

Таким чином, статистичний порівняльний аналіз експериментальних результатів, які отримано під час виконання у випадковій послідовності визначених контрольних вправ (підіймання нескінченними сходами; тяговий тренажер; бігова доріжка; велотренажер;

подолання теплодимокамери-лабіринту в задимленому середовищі в умовах підвищеної температури (50±2°С) та обмеженого простору) на мобільному тренажері виробництва компанії «MAW GmbH» показав, що їх розподіл описується відповідно до нормального закону. Це дає змогу за допомогою критерію Стьюдента для залежних вибірок з рівнем значущості α=0,05 визначити як показники діяльності особового складу, відмінності між якими у разі здійснення оперативної діяльності в бронежилетах є значущими, так і показники, відмінності між якими можна вважати незначущими.

Результати обговорення порівняльного аналізу того, як одночасне використання стандартного оснащення газодимозахисників та бронежилетів впливає на показники, що характеризують результати діяльності особового складу.

Проаналізовано особливості проведення аварійно-рятувальних робіт за допомогою порівняння показників, які характеризують діяльність газодимозахисників ДСНС як у загальноприйнятих умовах ліквідації надзвичайних ситуацій в непридатному для дихання середовищі, так і в умовах, коли така ситуація доповнюється можливим бойовим ураженням і потребує застосування газодимозахисниками бронежилетів додатково до загальноприйнятого оснащення.

Вказано, що в процесі проведення експериментальних досліджень час виконання поставленого завдання після застосування бронежилета 3-го класу захисту практично не змінився. Це пояснюється тим, що залучені до експерименту з визначення особливостей діяльності в умовах можливого бойового ураження газодимозахисники виконували контрольне завдання в комплексі засобів захисту, який включав бронежилет на другий день після виконання цього завдання в стандартному оснащенні. Тобто вони добре передбачали характер можливих навантажень на кожному етапі та вже знали особливості проходження лабіринту.

Проте у розглянутих в експерименті умовах навіть лише через збільшення ваги оснащення та ускладнення роботи, оскільки бронежилети не розроблялись для сумісного використання в комплексі із загально визначеним оснащенням газодимозахисників, суттєво погіршилися всі психофізіологічні показники, які характеризують стан рятувальника: мінімальна та максимальна частота серцевих скорочень, їх середнє значення протягом проведення аварійно-рятувальних робіт, легенева вентиляція тощо. Водночас зрозуміло, що газодимозахисники в умовах можливого бойового ураження виконують поставлені професійні завдання з урахуванням своїх можливостей роботи в екстремальних умовах, свідченням чого є те, що середнє значення показника максимального значення частоти серцевих скорочень фактично не перевищило рівень 180 уд./хв, що вважається небезпечним для здоров'я.

Компенсація додаткового навантаження відбувається внаслідок збільшення витрат повітря, яке проявилось у підвищенні легеневої вентиляції від $\omega_{л}^{без} \approx 72{,}6 \pm 8{,}9$ л/хв до $\omega_{л}^{брон} \approx 87{,}9 \pm 9{,}3$ л/хв. З урахуванням цього потребує коригування показник легеневої вентиляції (≈40 л/хв), який є рекомендованим для розрахунку часу роботи в ізолювальних апаратах згідно з [24]. З урахуванням отриманих результатів на посту безпеки під час попередніх розрахунків часу роботи газодимозахисників в апаратах на стисненому повітрі та бронежилетах доцільно використовувати показник легеневої вентиляції $\omega_{л}^{брон} \approx 90$ л/хв, що для апаратів з об'ємом балона $V_б$=6 л, а саме такі широко використовуються в областях, які наближені до зон бойових дій. Це дає можливість перейти до спрощеної оцінки того, як змінюється тиск Р в АСП під час роботи в непридатному для дихання середовищі, $\Delta P / \Delta t \approx 1{,}5$ МПа/ хв. ≈ 15 бар / хв.

Сильною стороною зазначених даних є отримання з рівнем значущості α=0,05 статистичних оцінок результатів діяльності газодимозахисників як у стандартному оснащенні, так і у комбінації цього оснащення з бронежилетами 3-го класу захисту, через виконання контрольних вправ на мобільному тренажері виробництва компанії «MAW GmbH». Унаслідок аналізу експериментальних результатів сформульовано конкретні практичні рекомендації.

Отримані закономірності діяльності газодимозахисників як функції розподілу можуть бути використані як вихідні дані для проведення імітаційного моделювання на ЕОМ і перевірки достовірності розроблених математичних моделей ліквідації надзвичайних ситуацій оперативно-рятувальними підрозділами ДСНС в умовах можливого бойового ураження.

Слабкою стороною застосування вибраного підходу є складність проведення однорідних рандомізованих незалежних експериментальних досліджень для визначення достовірних (на рівні значущості α=0,05) статистичних показників, якщо є необхідність отримання нових вихідних даних у разі вибору нових характеристик, які потребують дослідження.

Висновки та напрями подальших досліджень. Важливою та нерозв'язаною частиною проблеми проведення аварійно-рятувальних робіт особовим складом в умовах можливого бойового ураження є відсутність кількісних показників, що характеризують відповідні закономірності діяльності газодимозахисників. Використання мобільного тренажера виробництва компанії «MAW GmbH» дає змогу реалізувати в автоматичному режимі проведення порівняльних експериментальних досліджень найбільш важливих показників оперативної діяльності в непридатному для дихання середовищі (частоти серцевих скорочень, об'єму використаного повітря, часу безперервного виконання визначеного та однакового для всіх досліджуваних набору вправ, а також легеневої вентиляції), за якими можна порівняти закономірності діяльності газодимозахисників за умов стандартного оснащення та одночасного використання стандартного оснащення і бронежилетів, які вони використовують під час ліквідації надзвичайних ситуацій в непридатному для дихання середовищі в умовах можливого бойового ураження.

Статистичний порівняльний аналіз експериментальних результатів, які отримано під час виконання у випадковій послідовності визначених контрольних вправ (підіймання нескінченними сходами; тяговий тренажер; бігова доріжка; велотренажер; подолання теплодимокамери-лабіринту в задимленому середовищі в умовах підвищеної температури (50±2°С) та обмеженого простору) на мобільному тренажері виробництва компанії «MAW GmbH», показав, що їх розподіл описується відповідно до нормального закону. Це дає змогу за допомогою критерію Стьюдента для залежних вибірок із рівнем значущості α=0,05 визначити як показники діяльності особового складу, відмінності між якими у разі здійснення оперативної діяльності в бронежилетах є значущими, так і показники, відмінності між якими можна вважати незначущими.

Серед практичних рекомендацій, які отримано внаслідок порівняльної статистичної оцінки експериментальних результатів діяльності газодимозахисників, можна виділити такі: час виконання короткочасних завдань в бронежилетах суттєво не підвищиться, а для інших завдань треба враховувати, що показник легеневої вентиляції може збільшитися від 90 до 115 л/хв, але це потребуватиме додаткового контролю зміни ланок. Крім цього, у разі використання АСП з об'ємом балона $V_б$=6 л можна використовувати спрощену оцінку того, як змінюється тиск Р в АСП під час роботи в непридатному для дихання середовищі, $\Delta P/\Delta t \approx 1{,}5$ МПа/ хв. ≈ 15 бар / хв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Надзвичайні події : оперативна інформація ДСНС щодо наслідків ведення бойових дій російською федерацією. URL : https://dsns.gov.ua/uk/news/nadzvicaini-podiyi/operativna-informaciia-dsns-shhodo-naslidkiv-vedennia-boiovix-dii-rosiiskoiu-federacijeiu-355 (дата звернення : 29.11.2023).
2. Eklund A., Karlsson S. and Gyllencreutz L. Building «common knowledge» when responding to major road tunnel incidents : an inter-organisational focus group study. *International Journal of Emergency Services*. 2023. Vol. 12. No. 2. P. 145–160. https://doi.org/10.1108/IJES-02-2022-0006.
3. Стрілець В. М., Бородич П. Ю., Росоха С. В. Закономірності діяльності рятувальників при проведенні аварійно-рятувальних робіт на станціях метрополітену : монографія. Харків : КП Міська друкарня, 2012. 112 с.
4. Smith D., DeJoy T.iM. Safety climate, safe behavior and on-the-job injuries in the fire service. *International Journal of Emergency Services*. 2014. Vol. 3. № 1. P. 49–64. https://doi.org/10.1108/IJES-04-2013-0010.
5. Megan Grace L. A more operable definition for training and education. *International Journal of Emergency Services*. 2013. Vol. 2 No. 1. P. 21–28. https://doi.org/10.1108/IJES-05-2012-0021.
6. Jenssen O. R. N., Dillern T. Motivational regulation and physical activity in future emergency responders – staying fit, healthy and safe in a demanding occupational context. *International Journal of Emergency Services*. 2023. Vol. 12. No. 1. P. 52–65. https://doi.org/10.1108/IJES-09-2021-0060.
7. Hignett S., Hancox G. and Edmunds Otter M. Chemical, biological, radiological, nuclear and explosive (CBRNe) events : Systematic literature review of evacuation, triage and decontamination for vulnerable people. *International Journal of Emergency Services*. 2019. Vol. 8. No. 2. P. 175–190. https://doi.org/10.1108/IJES-05-2018-0030.
8. Gyllencreutz L., Carlsson C., Karlsson S. and Hedberg P. Preparedness for chemical, radiologic and nuclear incidents among a sample of emergency physicians and general practitioners – a qualitative study. *International Journal of Emergency Services*. 2023. Vol. 12. No. 2. P. 161–170. https://doi.org/10.1108/IJES-07-2022-0032.
9. Andronov V. A., Strelets V. M. Operational and technical method of reducing the time of localization by the fire and rescue unit of an emergency situation of an environmental nature with the release of a dangerous chemical substance. *Journal Technogenic and ecological safety*. 2017. Vol. 1. P. 8–14.
10. Скоробагатько Т., Єременко С., Пруський А., Савельєв І. Стрілець В., & Сидоренко В. Порівняльний аналіз діяльності газодимозахисників різних вікових груп. *Науковий вісник : Цивільний захист та пожежна безпека*. 2023. № 1(15). С. 41–55. https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1(15).41-55.
11. Solovyov I. I., Stetsyuk E. I., Strelets V. M. Patterns of air consumption during underwater demining of water areas. Problems of emergency situations. 2020. P. 132–144. https://doi.org/10.5281/zenodo.4400181.
12. Strelets V. M., Stetsyuk E. I., Shepelev I. V. Statistical method of substantiating standards for assessing the level of preparedness of pyrotechnicians (on the example of wearing personal protective equipment of a sapper). Military technical collection. 2018. Issue 19. 2018. P. 85–93. https://doi.org/10.33577/2312-4458.19.2018.85-93.
13. Lyovin D., Strelets V., Shevchenko R., Loboichenko V., Divizinyuk M., Strelets V. and Pruskyi A. A dataset on the features of the elimination of explosive objects using a dome-shaped protective device with a load. Data in Brief. 2023. Vol. 50, October 2023, 109602. https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109602.
14. Інструкція з експлуатації мобільного тренажера контейнерного типу / MAW GmbH, 2021. 35 с.
15. Порядок організації роботи органів управління та підрозділів, закладів освіти системи ДСНС під час підготовки особового складу, гасіння пожеж, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та інших небезпечних подій в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, радіоактивного, хімічного забруднення та біологічного зараження : наказ МВС України від 25.09.2023 № 780. 2023. 61 с.
16. ДСТУ 3278-95 Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Основні терміни та визначення. [Чинний від 1997-01-01]. Київ : Держстандарт України, 1996. 63 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). [Чинний від 2019-01-01]. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2017. 38 с.
18. ДСТУ 4262:2003 Пояси пожежні рятувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробовування. [Чинний від 2004-10-01]. Київ : Держстандарт України, 2003. 22 с.
19. ДСТУ EN 659:2005 Захисні рукавички для пожежників. Загальні технічні вимоги та методи випробування (EN 659:2003, IDT). [Чинний від 2005-12-30]. Київ : Держстандарт України, 2005. 11 с.
20. ДСТУ EN 137:2017 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Апарати дихальні автономні резервуарні зі стисненим повітрям з маскою. Вимоги, випробування та маркування (EN 137:2006, IDT). [Чинний від 2022-09-01]. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2021. 35 с.
21. ДСТУ 8782:2018 Засоби індивідуального захисту. Бронежилети. Класифікація. Загальні технічні умови (зі зміною № 1). [Чинний від 2019-07-01]. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2018. 20 с.
22. ДСТУ ISO 5479:2009 Статистичне опрацювання даних. Критерії відхилення від нормального розподілу (ISO 5479:1997, IDT). [Чинний від 2011-07-01]. Київ : Держстандарт України, 2009. 34 с.
23. Митропольский А. К. Техніка статистичних обчислень. М. : Наука, 1971. 576 с.
24. Довідник керівника гасіння пожежі / за заг. ред. В. С. Кропивницького. Київ : Літера-Друк, 2016. 320 с.

REFERENCES

1. Emergency events: operational information of the State Emergency Service regarding the consequences of hostilities by the russian federation. Retrieved from https://dsns.gov.ua/uk/news/nadzvicaini-podiyi/operativna-informaciia-dsns-shhodo-naslidkiv-vedennia-boiovix-dii-rosiiskoiu-federacijeiu-355 (дата звернення 29.11.2023) [in Ukrainian].
2. Eklund A., Karlsson S. and Gyllencreutz L. (2023). Building «common knowledge» when responding to major road tunnel incidents: an inter-organisational focus group study. *International Journal of Emergency Services*. Vol. 12, No. 2, pp. 145–160. https://doi.org/10.1108/IJES-02-2022-0006 [in English].
3. Strilets, V. M., Borodich, P. Y., & Rosoha, S. V. (2012). Zakonomirnosti diialnosti riatuvalnykiv pry provedenni avariino-riatuvalnykh rob it na stantsiiakh metropolitenu [Patterns of rescuers' activities during emergency rescue operations at subway stations]. Kharkiv: Municipal enterprise City printing house [in Ukrainian].

4. Smith, D., DeJoy, T.iM. Safety climate, safe behavior and on-the-job injuries in the fire service. (2014). *International Journal of Emergency Services*. Vol. 3, № 1. 49-64. https://doi.org/10.1108/IJES-04-2013-0010 [in English].
5. Megan, Grace L. (2013). A more operable definition for training and education. *International Journal of Emergency Services*. Vol. 2 No. 1. 21-28. https://doi.org/10.1108/IJES-05-2012-0021 [in English].
6. Jenssen, O.R.N., Dillern, T. (2023). Motivational regulation and physical activity in future emergency responders – staying fit, healthy and safe in a demanding occupational context. *International Journal of Emergency Services*. Vol. 12, No. 1. 52-65. https://doi.org/10.1108/IJES-09-2021-0060 [in English].
7. Hignett, S., Hancox, G. and Edmunds, Otter M. (2019). Chemical, biological, radiological, nuclear and explosive (CBRNe) events: Systematic literature review of evacuation, triage and decontamination for vulnerable people. *International Journal of Emergency Services.* Vol. 8, No. 2. 175-190. https://doi.org/10.1108/IJES-05-2018-0030 [in English].
8. Gyllencreutz, L., Carlsson, C.-P., Karlsson, S. and Hedberg, P. (2023). Preparedness for chemical, radiologic and nuclear incidents among a sample of emergency physicians' and general practitioners – a qualitative study. *International Journal of Emergency Services*. Vol. 12. No. 2. 161–170. https://doi.org/10.1108/IJES-07-2022-0032 [in English].
9. Andronov, V. A., Strelets, V. M. (2017). Operational and technical method of reducing the time of localization by the fire and rescue unit of an emergency situation of an environmental nature with the release of a dangerous chemical substance. J*ournal Technogenic and ecological safety*. Vol-1. 8-14 [in English].
10. Skorobahatko, T., Yeremenko, S., Pruskyi, A., Saveliev, I. Strilets, V., & Sydorenko, V. (2023). Porivnialnyi analiz diialnosti hazodymozakhysnykiv riznykh vikovykh hrup [Comparative analysis of the activity of gas and smoke detectors of different age groups]. *Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka*. № 1(15). 41-55. https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1(15).41-55 [in Ukrainian].
11. Solovyov, I. I., Stetsyuk E. I., Strelets, V. M. (2020). Patterns of air consumption during underwater demining of water areas. *Problems of emergency situations*. 132-144. https://doi.org/10.5281/zenodo.4400181 [in English].
12. Strelets, V. M., Stetsyuk, E. I., Shepelev, I. V. (2018). Statistical method of substantiating standards for assessing the level of preparedness of pyrotechnicians (on the example of wearing personal protective equipment of a sapper). *Military technical collection*. Issue 19. 85-93. https://doi.org/10.33577/2312-4458.19.2018. 85-93 [in English].
13. Lyovin, D., Strelets, V., Shevchenko, R., Loboichenko, V., Divizinyuk, M., Strelets, V. and Pruskyi, A. (2023). A dataset on the features of the elimination of explosive objects using a dome-shaped protective device with a load. *Data in Brief*. Vol. 50, October 2023, 109602. https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109602 [in English].
14. MAW GmbH. (2021). *Instruktsiia z ekspluatatsii mobilnoho trenazheru konteinernoho typu* [Instructions for use of the container-type mobile simulator] [in Ukrainian].
15. Poriadok orhanizatsii roboty orhaniv upravlinnia ta pidrozdiliv, zakladiv osvity systemy DSNS pid chas pidhotovky osobovoho skladu, hasinnia pozhezh, likvidatsii naslidkiv nadzvychainykh sytuatsii ta inshykh nebezpechnykh podii v umovakh ekstremalnykh temperatur, zadymlenosti, zahazovanosti, radioaktyvnoho, khimichnoho zabrudnennia ta biolohichnoho zarazhennia [The procedure for organizing the work of management bodies and divisions, educational institutions of the State Emergency Service system during personnel training, firefighting, liquidation of the consequences of emergency situations and other dangerous events in conditions of extreme temperatures, smoke, gassing, radioactive, chemical pollution and biological contamination] : nakaz MVS Ukrainy vid 25.09.2023 № 780. № 1829/40895. 2023. 61 s. [in Ukrainian].
16. *Systema rozroblennia ta postavlennia produktsii na vyrobnytstvo. Osnovni terminy ta vyznachennia* [The system of development and delivery of products for production. Basic terms and definitions]. (1996). DSTU 3278-95 from 1 Jan 1997. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
17. *Zakhysnyi odiah dlia pozhezhnykiv. Vymohy shchodo pokaznykiv yakosti zakhysnoho odiahu dlia pozhezhnykiv* [Protective clothing for firefighters. Requirements for quality indicators of protective clothing for firefighters]. (2017). DSTU EN 469:2017 (EN 469:2005; A1:2006; AS:2006, IDT) from 1 Jan. 2019. Kyiv : DP UkrNDNTS [in Ukrainian].
18. *Poiasy pozhezhni riatuvalni. Zahalni tekhnichni vymohy ta metody vyprobovuvannia* [Fire rescue belts. General technical requirements and test methods]. (2003). DSTU 4262:2003 from 1 Oct. 2004. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
19. *Zakhysni rukavychky dlia pozhezhnykiv. Zahalni tekhnichni vymohy ta metody vyprobuvannia* [Protective gloves for firefighters. General technical requirements and test methods]. (2005). DSTU EN 659:2005 (EN 659:2003, IDT) from 30 Dec. 2005. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
20. *Zasoby indyvidualnoho zakhystu orhaniv dykhannia. Aparaty dykhalni avtonomni rezervuarni zi stysnenym povitriam z maskoiu. Vymohy, vyprobuvannia ta markovannia* [Means of individual protection of respiratory organs. Breathing apparatus autonomous reservoir with compressed air with a mask. Requirements, testing and marking]. (2021). DSTU EN 137:2017 (EN 137:2006, IDT) from 1 Sep. 2022. Kyiv: DP UkrNDNTS [in Ukrainian].
21. *Zasoby indyvidualnoho zakhystu. Bronezhylety. Klasyfikatsiia. Zahalni tekhnichni umovy (zi zminoiu №1)* [Personal protective equipment. Body armor. Classification. General technical conditions (with amendment No. 1)]. (2018). DSTU 8782:2018 from 1 Jul. 2019. Kyiv: DP UkrNDNTS [in Ukrainian].
22. *Statystychne opratsiuvannia danykh. Katehorii vidkhylennia vid normalnoho rozpodilu* [Statistical interpretation of data – Tests for departure from the normal distribution]. (2009). DSTU ISO 5479:2009 (ISO 5479:1997, IDT) from 1st Jule 2011. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
23. Mitropol'skij, A. (1971). Tekhnika statystychnykh obchyslen [The technique of statistical calculations]. Nauka [in Russian].
24. Kropyvnytskyi, V. S. (Ed.) (2016). Dovidnyk kerivnyka hasinnia pozhezhi [Handbook of the head of fire extinguishing]. Kyiv: TOV Litera-Druk [in Ukrainian].

FEATURES OF THE ACTIVITIES OF GAS SMOKE PROTECTORS IN THE CONDITIONS OF POSSIBLE COMBAT DAMAGE

T. Skorobahatko[1], A. Pruskyi[1], I. Malovyk[2], M. Prokofiev[3], M. Yakimenko[1], D. Sereda[1]

[1]*Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Ukraine*
[2]*Department of the State Emergency Service of Ukraine, Ukraine*
[3]*Donetsk National University named after Vasyl Stus, Ukraine*

KEYWORDS

combat damage, bulletproof vest, gas smoke protectors, protective equipment, mobile simulator, experimental research, statistical analysis

ANNOTATION

It is noted that the rare facts of the death of rescuers during the performance of assigned tasks, in particular in the conditions of possible combat damage, indicate that the study of the indicators that characterize the activity of gas and smoke protectors during emergency rescue operations in such conditions is an urgent scientific and practical task. The conducted analysis showed that an important and unsolved part of the problem of conducting emergency rescue operations by personnel in conditions of possible combat damage during the war is the absence of quantitative indicators characterizing the relevant patterns of gas and smoke protection activities. Statistical analysis of the obtained experimental results, which were obtained during the execution of certain control exercises in a random sequence (climbing an endless staircase, a traction simulator, a treadmill, an exercise bike, overcoming a thermal smoke chamber-labyrinth in a smoky environment under conditions of elevated temperature (up to 60℃) and limited space) in a mobile simulator produced by MAW GmbH, which to date most fully reproduces the working conditions of fire-rescuers in a non-breathable environment, allowed a new scientific result to be obtained. For the first time, it was determined that the regularities of gas smoke protection devices in conditions of possible combat damage, when they are additionally equipped with body armor, are characterized by the fact that their distribution is described by a normal law. This made it possible to use the Student's test for dependent samples with a significance level of α=0.05 to obtain both the performance indicators of the personnel, the differences between which in the case of operational activities in body armor are significant, and the indicators, the differences between which can be considered insignificant. It was noted that in the course of experimental research, the time for completing the assigned task after using a bulletproof vest of the 3rd class of protection practically did not change. However, in the conditions considered in the experiment, even only due to the increase in the weight of the equipment and the complexity of the work, all psychophysiological indicators that characterize the condition of the rescuer significantly worsened. Indicators for a simplified assessment of the working time of gas and smoke detectors are proposed.