Андрієнко О.В., Бояров В.Т., Кайдаш К.І., Чередніков О.М., Хмель Є.В. Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

АЛГОРИТМ ЕРГОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ДОСЛІДНИХ ЗРАЗКІВ ЛЬОТНО-ТЕХНІЧНОГО ОБМУНДИРУВАННЯ

Розглядається теоретичне пояснення та побудова алгоритму ергономічної оцінки льотно-технічного обмундирування особовим складом авіації Повітряних Сил Збройних Сил України під час їх повсякденної експлуатації та експертною групою при випробуваннях. Головним науковим результатом дослідження є обґрунтування теоретико-методологічних положень авторської концепції ергономічної оцінки озброєння та військової техніки.

Ключові слова: ергономічна оцінка, випробування, експлуатаційна технологічність, експлуатація, ремонт, загальні вимоги.

Актуальність дослідження та постановка проблеми. Зважаючи на активне впровадження та ефективне використання впливу людського фактора на функціонування технічних систем, неминуче зростають вимоги щодо теоретичного забезпечення та практичного оцінювання рівня ергономічної оцінки дослідних зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) у тому числі до льотно-технічного обмундирування (ЛТО).

Серед методів збору первинної інформації про ергономічні показники якості особливе місце займає метод опитування. Тому, традиційні завдання якісного оновлення механізмів управління виробничо-економічними системами у сучасних умовах набувають нової актуальності, вимагають залучення нових дослідницьких платформ і алгоритмів [1, 2, 3, 5, 6].

Зазвичай, ергономічна оцінка проводилася методом натурного експерименту та опитуванням експертів з подальшим аналізом отриманих характеристик щодо рівня якості об'єкту випробувань (про ступінь упевненості експерта в імовірності ефективного об'єкту випробувань). Найчастіше для експертного опитування використовують анкетну форму.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Як показує аналіз вітчизняних і зарубіжних публікацій, авторитет і популярність цього методу пояснюється цілим комплексом причин. Авторами проаналізовано сучасну практику випробувань і зазначено, що натурний експеримент завжди вимагає ретельного продумування і планування, раціонального використання методик дослідження, чітких алгоритмів збору та обробки експериментальних даних.

Стандартизована рейтингова система Джорджа Купера (Рис.1) була розроблена для оцінки льотних якостей літака за характеристиками стійкості та керованості, що дозволяє кількісно оцінити думку пілота про керування літаком таким чином, щоб його можна було використовувати в процесі проєктування літака.

Зважаючи на це, одним з ефективних методів збору й накопичення інформації є метод анкетування, при якому зростає ролі людського фактора (інтелектуальний потенціал, підвищення технічної озброєності експертів, професійна спеціалізація, кооперація праці та інше) характеризує розмаїття якостей суб'єкта оцінювання основних ознак. Для підвищення ефективності досліджень доцільне їх комплексне використання.

Ергономічна оцінка ЛТО в наших дослідженнях проводилася методом натурного експерименту та опитуванням експертів з подальшим аналізом отриманих характеристик про рівень якості об'єкту випробувань (про ступінь упевненості експерта в імовірності ефективного об'єкту випробувань). Формою експертного опитування було анкетування.

Актуальність проведеного дослідження полягає в розгляді алгоритму формалізації, розрахунку та аналізу експертних оцінок.

Рис.1. Алгоритм прийняття рішень для виявлення суб'єктивного рівня робочого навантаження літака (шкала Купера-Харпера)

Мета роботи. Метою роботи є розробка алгоритму оцінки якості зразків ОВТ на всіх етапах життєвого циклу і, в першу чергу, при випробуваннях і підконтрольній експлуатації (операціях технічного діагностування, технічного обслуговування (технічного огляду) та ремонту, здатності щодо організації проведення правильної експлуатації) для узагальнення результатів об'єктивного та суб'єктивного методів, що дозволить отримати найбільш повну оцінку показників якості виробів ОВТ.

Виклад основного матеріалу. Ергономічна оцінка проводилася шляхом аналізу результатів анкетного опитування за "Анкетою оцінювання експлуатаційних та ергономічних характеристик дослідних зразків ЛТО".

Експерти Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки проводили оцінювання ЛТО під час виконання польотів на літаках МиГ-29, Л-39, Су-24М(МР), Ан-26 і вертольоті Ми-8 (у захисному шоломі та в гарнітурі) та десантування з літака Ан-26 і вертольоту Ми-8. Також експерти проводили оцінювання комплектів ЛТО при їх повсякденному носінні (в кількості 20 одиниць) з заповненням анкет (Рис.2).

Роботи проводилися з залученням експертів, які обиралися за антропометричними характеристиками: мінімальних (1); середніх (11); максимальних (20) показників, з максимальними (185 см) та мінімальними (164 см) антропометричними даними, що дозволило не враховувати випадкові та систематичні помилки, оскільки вони взаємно нівелюються.

Як свідчить світовий досвід, реалізація виробів військового призначення неможлива без кількісного оцінювання в порівнянні декількох варіантів або застарілих зразків [9, 10, 11]. Незважаючи на те, що шкала Купера-Харпера (Cooper-Harper rating scale) суб'єктивна, критерії оцінювання надають реальну можливість оцінити існуючий стан рівня якості. Однак у кожному конкретному випадку розробнику ОВТ необхідно виробити свій унікальний порядок дій для отримання ефективної реалізації залежно від галузі її застосування [7, 8, 12].

**Анкета
оцінювання експлуатаційних та ергономічних характеристик дослідних зразків ЛТО**

(військове звання, П.І.П.,
посада, _____
назва установи)

Інструкція. Шановний дослідник. Прочитайте характеристику та оцініть дослідний зразок ЛТО з погляду ергономічності. Оцінку вкажіть у вигляді якісної характеристики та її еквівалент в балах від 1 до 5 (використайте таблицю експертних оцінок; *НАПРИКЛАД: допустимо-подобається/5, або не допустимо-окремі рішення подобаються/2*). В примітках аргументуйте Ваше оцінювання.

№ з/п	Назва характеристики	Оцінка (якісна/кількісна)			Примітка
		Комбінезон	Костюм	Куртка	
1	2	3	4	5	9
1.	Можливість тривалого перебування в ЛТО, виконання (імітування) функціональних обов'язків без ускладнення				
2.	Комфортність носіння дослідних зразків ЛТО – наявність/відсутність стомлення, больових тисків, або відчуття дискомфорту в ділянках щільного прилягання дослідних зразків ЛТО або його сполучення з іншим захисним спорядженням				
3.	Можливість та зручність підбору та підгонки дослідних				

Рис.2. Приклад анкети (фрагмент)

Очевидно також, що якість залежить не тільки від чисельних значень факторів, але і від того, яким чином ці фактори змінювалися в процесі експлуатації ЛТО або конкретного об'єкта ОВТ, тобто від історії експлуатації виробу.

У зв'язку з цим, запропонований метод дасть змогу в окремих випадках, окрім оцінювання ергономіки, значно підвищувати якість оцінювання забезпечення функціонального призначення продукції, її новизну, конкурентоспроможність.

ЛТО може входити до складу комплексу бойового екіпірування, бойового єдиного комплексу та призначений для експлуатації льотно-технічним персоналом. ЛТО призначене для експлуатації як в польових умовах та в пунктах постійної дислокації, так і під час виконання різноманітних завдань для захисту людини від впливу полум'я, вогню, атмосферних опадів тощо. У конкретному випадку ЛТО повинно відповідати технічним умовам ТОВ “РА.ДА” ТУ У 14.1-37268691-077:2018 (за своєю конструкцією, розмірами, зовнішнім виглядом, номенклатурою матеріалів та якістю виготовлення повинно відповідати вимогам цих ТУ та зразку-еталону, затвердженому в установленому порядку). Разом з цим допускається затвердження зразків згідно з ВСТ 01.301.001 та/або згідно з ГОСТ 15.007.

У вимогах “Вимоги до дизайну і ергономіки” наведені характеристики дизайну ЛТО, які визначають композиційну цілісність, інформаційну і художню виразність, раціональність форми, стилістичну відповідність форми сучасному рівню розвитку техніки (ДСТУ 3943 та ДСТУ 3944), а також загальні ергономічні вимоги до робочих місць під час виконання робіт у положенні стоячи-сидячи (ГОСТ 12.2.032 та ГОСТ 12.2.033).

Таким чином, сформована інформаційна модель ергономіки ЛТО, яка представлена експертам у формі анкетного опитування, є узагальненим контентом.

Значення кожного показника визначалися експертом на підставі його думки про рівень реалізації визначених ергономічних вимог. При цьому кожний експерт застосовував таблицю експертної оцінки. Результати експертного опитування наведені в таблицях 9.1, 9.2 акту випробувань. Результати опрацювання “Донесень” вказані в робочих матеріалах протоколу № 20015-037/15.

Висновки про результати анкетування повинні містити оцінку окремих найбільш значущих факторів та інтегральні оцінки об'єктів дослідження, які дозволяють дати порівняльну оцінку негативного впливу ергономічних недоліків в організації процесу створення засобів і забезпечення умов випробувальної діяльності членів екіпажу на ефективність зразка ЛТО.

Текст анкети повинен бути коротким і зрозумілим, забезпечувати образність сприйняття та легкість запам'ятовування необхідних даних, не повинен допускати різних тлумачень. Приклад формулювання показників, які надані в анкеті щодо експлуатаційних та ергономічних характеристик зразків ЛТО, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Перелік експлуатаційних та ергономічних характеристик зразків ЛТО

№ з/п	Найменування показника
1	Можливість тривалого перебування в ЛТО, виконання (імітування) функціональних обов'язків без ускладнення
2	Комфортність носіння дослідних зразків ЛТО – наявність/відсутність стомлення, больових тисків, або відчуття дискомфорту в ділянках щільного прилягання дослідних зразків ЛТО або його сполучення з іншим захисним спорядженням
3	Можливість та зручність підбору та підгонки дослідних зразків ЛТО у відповідності розмірів, вказаних на виробі, до Ваших антропометричних даних
4	Можливість та зручність вдягання та знімання дослідних зразків ЛТО
5	Можливість та зручність сумісного застосування дослідних зразків ЛТО з іншим обмундируванням, захисним спорядженням, людськими десантними парашутними системами, з якими проводиться (передбачається) експлуатація
6	Можливість вільно виконувати у повному обсязі рухи під час пересування, нахилів тулуба, присідання, обертання та нахилів голови, а також виконання інших рухів, які частіше повторюються
7	Можливість вільного спостереження за навколишнім оточенням, не обмежуючи поле зору і оглядовість експериментатора
8	Можливість і зручність розміщення експериментаторів на штатних місцях в повітряному судні
9	Можливість виконання операцій за фактом при штатному розташуванні на місці (зручність, досягаємість органів, тумблерів керування, зачеплення та інше)
10	Можливість і зручність відділення парашутиста від повітряного судна
11	Можливість вільного падіння парашутиста в дослідних зразках ЛТО
12	Можливість зачеплення (імовірність зачеплення) стропами парашута за деталі дослідних зразків ЛТО, що виступають
13	Можливість і зручність огляду органів керування парашутних систем, приладів контролю висоти, купола парашута, горизонту і місця приземлення парашутистом, вдягненого у дослідний зразок ЛТО
14	Можливість і зручність управління парашутною системою в процесі зниження та приземлення
15	Можливість травмування парашутистів і виникнення болючих відчуттів та дискомфорту під час виконання стрибків з парашутом (можливість врзання в шкіру, натирання ділянок шиї тощо)
16	Оцініть в цілому зручність кожного комплексу ЛТО

Фрагменти узагальнених результатів опитування експертів (льотчиків-випробувачів та десантників-випробувачів) представлено в таблицях 2, 3. У нашому випадку – контрольні випробування, а загалом – військові випробування.

Таблиця 2

Результати опитування експертів (льотчиків-випробувачів)

№ з/п (табл.1)	Льотні випробування (повітряні судна Ан-26, Ми-8)																				
	Експерт 1			Експерт 2			Експерт 3			Експерт 4			Експерт 5			Експерт 6			Узагальнена оцінка		
	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка
1.	4	-	4	5	-	5	3	5	5	-	5	5	-	2	-	-	2	3	4	4,75	4,4
2.	4	-	4	4	-	5	3	4	5	-	5	5	-	3	-	-	3	3	3,7	3,75	4,4
3.	3	-	4	3	-	5	3	5	5	-	5	5	-	5	-	-	3	3	3	4,5	4,4

Результати опитування експертів (льотчиків-випробувачів)

№ з/п (табл.1)	Льотні випробування (повітряні судна Ан-26, Ми-8)																				
	Експерт 1			Експерт 2			Експерт 3			Експерт 4			Експерт 5			Експерт 6			Узагальнена оцінка		
	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка
4.	3	-	5	5	-	5	5	5	5	-	5	5	-	4	-	-	2	5	4,3	4,25	5
16.	4	-	4	4	-	5	3	4	4	-	4	4	-	3	-	-	3	3	3,7	3,5	4

Сумарне оцінюване значення: комбінезона 4,6; костюма 4,65; куртки 4,1.

Таблиця 3

Результати опитування експертів (десантників-випробувачів)

№ з/п (табл.1)	Льотні випробування (повітряні судна Ан-26, Ми-8)																				
	Експерт 1			Експерт 2			Експерт 3			Експерт 4			Експерт 5			Експерт 6			Узагальнена оцінка		
	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка	комбінезон	костюм	куртка
1.	4	-	4	5	-	5	3	5	5	-	5	5	-	2	-	-	2	3	4	4,75	4,4
1.	-	4	4	-	2	3	3	-	3	-	2	-	3	3	3	2	4	4	2,6	3	3,4
2.	-	4	4	-	3	3	5	-	5	-	3	-	5	5	5	4	4	4	4,7	3,8	4,2
13.	-	5	5	-	5	5	5	-	5	-	-	-	5	-	-	-	-	-	5	5	5
14.	-	3	3	-	5	5	5	-	5	-	-	-	5	-	-	-	-	-	5	4	4,3
15.		3	3	-	5	5	5	-	5	-	-	-	5	-	-	-	-	-	5	4	4,3
16.	-	3	3	-	3	3	4	-	4	-	3	-	4	3	4	3	4	4	3,7	3,2	3,6

Сумарне оцінюване значення: комбінезона 4,7; костюма 4,2; куртки 4,6.

У загальному вигляді експертиза являє собою процедуру, яка складається з трьох етапів:

- 1) вивчення (дослідження) проблеми (об'єкта) за тактико-технічними характеристиками, технічними умовами, програмою випробувань;
- 2) оцінювання проблеми (об'єкта) за попередньо узгодженою методикою та визначення критеріїв оцінювання об'єкта для розробки анкети опитування спеціалістів;
- 3) актуалізація мотивації оцінки, висновки та рекомендації щодо проблеми (об'єкта).

Організаційно процедура проведення експертного опитування починається з відбору та підготовки експертів, їх опитування, і завершується математичною обробкою та аналізом експертних оцінок.

Для розробки анкети вводиться операційне визначення фактора (експлуатаційних та ергономічних характеристик зразків ЛТО), яке включає в себе абсолютне значення (номінал), розмірність, точність зміни даного фактора, інтервал зміни фактора, наявність інших факторів.

При заповненні анкети експерти оцінюють фактори за шкалою бажаності (див. Рис.2). Систематизація отриманої інформації проводиться шляхом очного або заочного опитування спеціалістів, заповнюється сумарна анкета (таблиця 4).

Таблиця 4

Сумарної анкета з матрицею розрахунків

Спеціалісти, яких опитували	Фактори					Примітки
	X_1	X_2	X_3	...	X_k	
1						
2						
3						
...						
m						
Сума рангів $A = \sum a_{ij}$						
Відхилення від середньої суми рангів $\Delta j = A_j - T$						
Квадрати відхилень Δj^2						

Математична обробка результатів проводиться в наступній послідовності [10]:

1) за кожним фактором визначається сума рангів:

$$A = \sum_{i=1}^m a_{ij},$$

де a_{ij} – ранг j -го фактора за думкою i -того спеціаліста;

m – кількість всіх спеціалістів, які опитувалися;

2) визначається середня сума рангів:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k a_{ij}}{k},$$

де k – кількість факторів, які включені до анкети;

3) визначення ступеню відповідності думок спеціалістів за коефіцієнтом конкордації W :

а) для незв'язаних рангів:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (k^3 - k)},$$

де S – сума квадратів відхилень, яка дорівнює:

$$S = \sum_{i=1}^m \Delta_{ji}^2,$$

б) для зв'язаних рангів:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} \cdot m^2 \cdot (k^3 - k) - m \cdot \sum_i T_i},$$

$$T_i = \frac{1}{12} \cdot \sum_j (t_j^3 - t_j),$$

де $t_j - j$ -е число однакових рангів в i -тому рангуванні.

W показує ступінь взаємозв'язку рангованими рядами і володіє наступними властивостями:

змінюється від 0 до 1. При $W \rightarrow 0$ – зв'язок між рядами слабкий. $W = 0$ – зв'язок відсутній. $W \rightarrow 1$ – усі ряди проранговані однаково. Значення W говорить про наявність або відсутність зв'язку між думками спеціалістів;

4) перевірка W за χ^2 - критерієм:

$$\chi^2 = m \cdot (k - 1) \cdot W.$$

Для 5%-го рівня значимості та кількості ступенів вільності $f = k - 1$. Розрахункове значення порівнюють з табличним.

α – рівень значимості; f – кількість ступенів вільності. α – в технічних дослідженнях використовується 5 – 20%.

$$P = \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right) \cdot 100\%,$$

де P – ймовірність.

Якщо $\alpha = 5\%$, то $P = 95\%$.

Якщо $\alpha = 20\%$, то $P = 80\%$.

Якщо χ^2 табличне менше за χ^2 , то з прийнятою ймовірністю можна констатувати, що існує визначення відповідності думок спеціалістів відносно ступеня впливу факторів на параметр, що досліджується;

5) визначаємо відповідність спеціалістів за кожним фактором.

Для зменшення кількості факторів:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k_1} (n_i - p_i)^2}{p_i},$$

де k_1 – кількість інтервалів рангу;

p_i – теоретично очікуємо частоти для нуль-гіпотези про рівномірне рангування;

n_i – частоти для факторів, що спостерігаються (кількість рангів, які попадають у даний інтервал).

За результатами проведеного аналізу доцільно зазначити, що розроблені алгоритми спростять роботу та зменшать витрати на підготовку і встановлення формальних оцінок об'єкту випробувань, засобів збору, перетворення та надання інформації для протоколів та акту випробувань.

Отже, проведені дослідження показують, що вказані особливості алгоритмізації робіт потрібно враховувати при виборі інформаційно-методичних підходів, на базі яких будуть побудовані методики випробувань.

Висновки. Розроблений алгоритм розрахунків ергономічної оцінки ЛТО можливо застосувати для визначення всебічної достовірної оцінки характеристик об'єкту випробувань за статистичними критеріями з прийнятою ймовірністю.

Опробування та втілення у практику розроблених алгоритмів дозволить фахівцям випробувальних бригад мінімізувати витрати часу при проведенні досліджень і випробувань як ЛТО, так і інших модернізованих і дослідних зразків озброєння та військової техніки.

Запропонована концепція експертно-розрахункового підходу до оцінювання якісних характеристик виробів ЛТО дозволить обґрунтувати висновки проведених експертиз та забезпечити інформаційно-методичними засобами оптимальне представлення результатів експертного опитування фахівців та користувачів ОБТ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шкала Купера-Харпера [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Cooperharper_full.pdf.
2. Основы военно-технических исследований. Теория и приложения: монография : в 10 т. Т.9. / Прикладные аспекты испытаний и теоретико-экспериментальных исследований вооружения и военной техники / И.Б. Чепков, С.В. Лапицкий и др.; под ред. С.В. Лапицкого. – К.: Издательский дом Дмитрия Бурого, 2015. – 504 с.
3. Фундаментальные концепции человеческого фактора // Человеческий фактор: Сборник материалов № 1. Циркуляр ИКАО 216 AN/131. – Монреаль, Канада, 1989. – 34 с.
4. Керівництво з випробувань авіаційної техніки. Частина IV. Испытания бортового оборудования летательных аппаратов и снаряжения их экипажей. Выпуск 37. Испытания летно-технического обмундирования и защитного снаряжения. Книга 1. Испытания летно-технического обмундирования и материалов, применяемых для его изготовления, 1987. – 216 с.
5. Тенденції удосконалення екіпіровки військового льотчика / І.М. Ключніков, А.Г. Єрилкін, О.М. Марченко // Наука і техніка Повітряних Сил ЗСУ. – Харків: ХНУПС, 2017. – 311 с.
6. Перспективи розвитку ОБТ: основні підсумки та завдання на майбутнє / О.М. Рябець, В.К. Борохвостов // Озброєння та військова техніка. – Київ, 2016. – 198 с.
7. Речове забезпечення. Система розроблення предметів речевого забезпечення. Основні положення: ВСТ 01.301.001–2018 (02). [На заміну ВСТ 01.301.001–2009 (01); чинний від 01.01.2018]. – Видання № 2. – Київ, 2018. – 20 с. – (Військовий стандарт України).
8. Організація та проведення військових (дослідних) випробувань предметів речевого майна. Основні положення: ВСТ 01.301.002 – 2009 (01). – Київ, 2009. – 17 с. – (Військовий стандарт України).
9. Рауне К.Н. Психометрический подход к разработке многомерной шкалы для оценки качества управления воздушным судном / К.Н. Payne, D. Harris // Международный журнал авиационной психологии. С. 343–362. – DOI: 10.1207/S15327108IJAP1004.
10. Математичне моделювання систем і процесів / П.М. Павленко, С.Ф. Філоненко, О.М. Чередніков, В.В. Трейтак. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2017. – 424 с.
11. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень: навч. посібн. / Б.М. Герасимов, В.М. Локазюк, О.Г. Оксінюк, О.В. Поморова. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2007. – 335с.
12. Порядок разработки программы и методик испытания опытных образцов изделий. Основные положения: ГОСТ В 15.211–78. – М.: Госкомстандарт СССР. – 21 с.

Андрієнко Олександр Віталійович

кандидат психологічних наук, старший науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-8450-801X>
+380-93-468-51-60

Бояров Володимир Тихонович

науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5824-0678>
+380-97-757-56-72

Oleksandr Andrienko

Candidate of Psychological Sciences, Senior Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8450-801X>
+380-93-468-51-60

Volodymyr Boiarov

Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5824-0678>
+380-97-757-56-72

Кайдаш Костянтин Іванович

старший науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-8702-2282>

+380-95-431-08-65

Чередніков Олег Миколайович

кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-1258-590X>

+38-050-297-83-98

Хмель Євгеній Валерійович

старший науковий співробітник – лікар спеціальної фізіології Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-4315-0741>

+380-95-313-05-91

Konstantin Kaidash

Senior Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-8702-2282>

+380-95-431-08-65

Oleg Cherednikov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-1258-590X>

+38-050-297-83-98

Yevgenii Khmel

Senior Researcher – doctor of special physiology of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-4315-0741>

+380-95-31-30-591

**ERGONOMIC EVALUATION EXPLORATORY PROTOTYPES ALGORITHM
OF FLIGHT TECHNICAL GEAR**

O Andrienko, V Boiarov, K Kaidash, O Cherednikov and Y Khmel

This paper presents the theoretical interpretation and design of algorithm for ergonomic evaluation of flight technical gear (FTG) by aviation-related personnel of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine during their daily operation and the testing by expert group. The main scientific result of the study is the substantiation of theoretical and methodological provisions of the author's concept of armament and military equipment (AME) ergonomic evaluation.

Urgency of the research is to consider the algorithm for formalization, calculation and analysis of expert evaluations.

The aim of the work is to design an algorithm for assessing the quality of AME samples at all stages of the life cycle and, above all, in testing and flight service evaluation (operations of technical diagnosis, maintenance (maintenance checkout) and repair, ability to organize proper operation) to summarize the results of biased and unbiased methods, which will provide the most complete assessment of the quality of AME products.

The designed algorithms will simplify the work and reduce the cost of preparing and establishing formal assessments of the test object, means of collecting, converting and providing information for the protocols and the test report.

The features of works algorithmization specified in the research should be taken into account when choosing information-methodical approaches, on the basis of which test methods will be built.

The designed algorithm for calculating the ergonomic evaluation method of FTG can be used to determine a comprehensive and reliable assessment of the characteristics of the test object according to statistical criteria with accepted probability.

Keywords: ergonomic evaluation, testing, maintainability, repair, general requirement.