

**Мирослава Хуторна<sup>1</sup>, Олег Чередніков<sup>2</sup>,  
Наталія Пантелєєва<sup>3</sup>, Олександр Андрієнко<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>доктор економічних наук, професор, провідний науковий співробітник  
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (Черкаси, Україна)

E-mail: [miroslava7@gmail.com](mailto:miroslava7@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0761-3021>

ResearcherID: [E-4780-2019](https://orcid.org/0000-0003-0761-3021). Scopus Author ID: [57207767142](https://orcid.org/0000-0003-0761-3021)

<sup>2</sup>кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник  
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (Черкаси, Україна)

E-mail: [cheronoleg52@gmail.com](mailto:cheronoleg52@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1258-590X>

<sup>3</sup>доктор економічних наук, кандидат технічних наук, професор, провідний науковий співробітник  
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (Черкаси, Україна)

E-mail: [nnpanteleeva2017@gmail.com](mailto:nnpanteleeva2017@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6457-6912>

ResearcherID: [V-5142-2019](https://orcid.org/0000-0001-6457-6912). Scopus Author ID: [57203140234](https://orcid.org/0000-0001-6457-6912)

<sup>4</sup>кандидат психологічних наук, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу  
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (Черкаси, Україна)

E-mail: [flater2009@ukr.net](mailto:flater2009@ukr.net) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8450-801X>

## **ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ВИПРОБУВАНЬ ДОСЛІДНИХ ЗРАЗКІВ ЛЬОТНО-ТЕХНІЧНОГО ОБМУНДИРУВАННЯ**

*Стаття присвячена розвитку методології інформаційного забезпечення процесу випробувань дослідних зразків ЛТО. Представлено концептуальну схему інформаційної моделі досліджуваного процесу; обґрунтовано критеріальні сутності формалізації процесу оцінювання якості ЛТО у рамках випробувальної діяльності, а саме: 1) здійснено теоретичну декомпозицію поняття якості ЛТО; 2) сформовано інформаційну модель оцінювання якості ЛТО за процесним підходом; 3) обґрунтовано комплексність взаємозв'язків між змістовими елементами якості ЛТО та представлено модель інформаційно-методичного базису для підвищення наукової-обґрунтованості результатів випробувальної діяльності. Розроблено пропозиції щодо використання методу аналітичного процесу для підвищення якості експертного оцінювання дослідних зразків.*

**Ключові слова:** випробування; інформаційна модель; льотно-технічне обмундирування; дослідні зразки; вимоги; методичне забезпечення.

Рис.: 3. Табл.: 4. Бібл.: 19.

**Постановка проблеми.** Забезпечення сучасним льотно-технічним обмундируванням льотного складу авіації Збройних Сил України є важливим завданням, враховуючи множину несприятливих чинників впливу на виконання особовим складом професійних обов'язків, особливо в умовах бойових дій. Це передбачає необхідність і обов'язковість підтвердження якості льотно-технічного обмундирування (ЛТО) на здатність надійно забезпечувати комфорт і безпеку, що, в свою чергу, потребує проведення випробувальних робіт на високому науково-методичному рівні з розробкою нових підходів інформаційного супроводу та оцінювання об'єктів випробувань на придатність перед прийняттям рішення щодо постачання та/або запуску ЛТО в серійне виробництво.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема дослідження якості льотно-технічного обмундирування є достатньо широкою і має науково-прикладний характер, що зумовлено його конструктивною особливістю і складністю, видами матеріалів і комплектуючих виробів, які використовуються для виробництва, умовами експлуатації. Так, дослідженню комфортності льотних костюмів для військових пілотів в екстремальних умовах (високих/низьких температур, підвищеної вологості, високої швидкості тощо) присвячені публікації Д. Дж. Опп [1], Дж. Р. Кейзер [6], П. Р. Сінклер [7], Ф. Делоне [8], П. Грегерсен [9], ефективності льотного обмундирування залежно від ефективності різних видів матеріалів і конструкцій - Дж. Кім [2], Дж. Вієгас [10], визначенню рівня комфорту та ефективності під час виконання льотних завдань, поліпшенню дизайну - А. С. Пілчер [3], Ю. Дж. Чон [4], С. Воскуйл [5] та інші. Українські також мають наукові розробки в цьому напрямі, зокрема, О. В. Андрієнко, Є. В. Хмель [11; 12], І. М. Ключніков, А. Г. Єрилкін, О. М. Марченко [13], О. В. Червотока, М. О. Геращенко, І. М. Лаппо

[14]. Безумовно, такі дослідження здійснюють також офіційні установи, науково-дослідні інститути та лабораторії цивільної та військової авіації, міжнародні авіаційні агенції країн світу [15-18], а також України [19].

Проте, враховуючи прогрес авіаційної техніки та динаміку розробки сучасних матеріалів на основі нанотехнологій, посилення різного роду загроз питання випробувань якості військового льотно-технічного обмундирування залишається актуальним і потребує подальшого вдосконалення науково-методичних підходів їх проведення.

**Метою** роботи є розробка інформаційної моделі випробувань дослідних зразків льотного обмундирування для розширення інформаційно-методичного базису науково-обґрунтованої оцінки випробувань дослідних зразків ЛТО.

**Основні матеріали дослідження.** Насамперед, зазначимо, що предметом випробувань дослідних зразків ЛТО є його якість. У широкому розумінні якість продукції – це сукупність властивостей продукції, які визначають ступінь придатності її для використання за призначенням.

Поширюючи цей підхід на обраний предмет дослідження (випробування дослідних зразків ЛТО) вважаємо, що її базовими компонентами повинні бути надійність, безпека та ефективність. При цьому під надійністю ЛТО розуміємо його здатність відповідати всім тактико-технічним вимогам замовника незалежно від умов та факторів зовнішнього впливу. Безпеку тлумачимо як набір характеристик ЛТО, які забезпечують збереження життя та здоров'я льотчиків та технічного персоналу при виконанні своїх функціональних обов'язків. Своєю чергою, під ефективністю розуміємо такий набір характеристик, які формують передумови до виконання поставлених завдань (бойових, рятувальних, пошуково-розвідувальних та ін.) як у нормальних (планових), так і позаштатних (аварійних) ситуаціях.

Стосовно технічних, фізико-механічних, фізіолого-гігієнічних, ергономічних, естетичних та експлуатаційних характеристик, то це складові якості ЛТО нижчого порядку, які, взаємодіючи між собою, формують певний рівень надійності, безпеки та ефективності ЛТО, а отже, рівень його якості.

Формалізацію процесу випробувань дослідних зразків льотного обмундирування представимо інформаційною моделлю, яка у загальному вигляді подана на рис. 1.

У цій науковій статті приділимо увагу формалізації процесу оцінювання якості ЛТО у рамках випробувальної діяльності, що, на нашу думку, повинно передбачати виконання таких наукових завдань:

- 1) формування інформаційної моделі оцінювання якості ЛТО за процесним підходом;
- 2) розвиток та структурування показників оцінки якості ЛТО з позиції превентивного виявлення його зон уразливості з позиції базових компонент якості – надійності, безпеки та ефективності;
- 3) формування інформаційної моделі процедури оцінювання якості ЛТО та розвиток методології науково-обґрунтованого експертного оцінювання дослідних зразків ЛТО.

Послідовно розкриємо кожен із зазначених пунктів.

Зазначимо, що під формуванням інформаційної моделі оцінювання якості ЛТО за процесним підходом мислимо деталізацію змісту процесу  $A_0$ , зображеного на рис. 1.

Ключовими блоками у цій інформаційній моделі повинні бути такі:

- 1) обґрунтування логіки ув'язування окремих різновидів характеристик ЛТО (технологічних, фізико-механічних, фізіолого-гігієнічних, ергономічних, естетичних та експлуатаційних) з базовими компонентами якості ЛТО – надійністю, безпекою та ефективністю;
- 2) розробка системи індикаторів якості ЛТО, по-перше, у розрізі вищезазначених характеристик, а по-друге, виходячи з пріоритету виявлення вразливостей дослідних зразків ЛТО з позиції забезпечення його надійності, безпеки та ефективності;
- 3) обґрунтування методології обробки експертних оцінок дослідних зразків ЛТО для підвищення їх достовірності та наукової обґрунтованості.

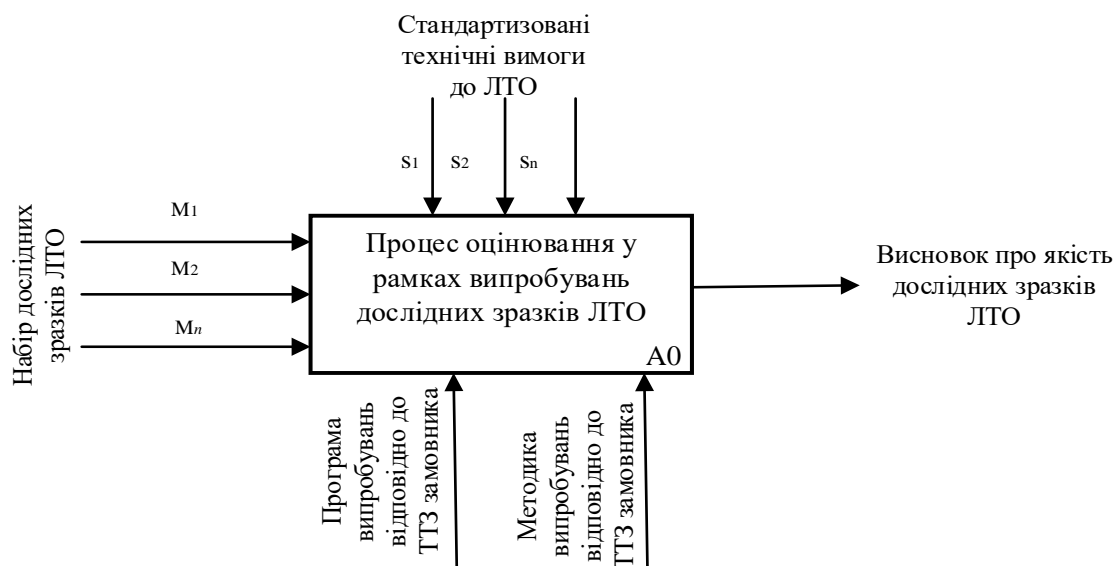


Рис. 1. Концептуальне представлення інформаційної моделі випробувань дослідних зразків ЛТО

Авторське представлення схематичного зображення інформаційної моделі оцінювання якості ЛТО за процесним підходом подано на рис. 2.

Інформаційна модель є описом об'єкту випробування через систему показників з урахуванням їх взаємозалежності та взаємовпливу в тривимірному цільовому просторі якості – надійність, безпека і ефективність. За процесним підходом інформаційна модель відображає логіку проведення випробувань через сукупність окремих процесів випробувань відповідно до поставлених завдань визначення технологічних, фізико-механічних, фізіолого-гігієнічних, ергономічних, естетичних та експлуатаційних характеристик зразка ЛТО.

Кожен такий процес уніфікований щодо алгоритму здійснення, але відмінний на рівні формалізації матеріально-технічного забезпечення випробування, програм і методик випробувань, випробувальних груп (бригад). Повнота інформаційної моделі визначається достатністю її методичного базису відносно визначення характеристик якості зразка випробувань ЛТО.

Зазначимо, що під час випробування дослідних зразків до важливих об'єктів експертизи необхідно відносити такі:

- зовнішній стан, маркування, комплектність та конструкції дослідних зразків ЛТО;
- якість виготовлення (пошиття) дослідних зразків ЛТО на предмет їх відповідності стандартам;
- зручність носіння та затрати часу на одягання / зняття дослідних зразків ЛТО у сполученні з іншими серійними виробами льотного обмундирування, захисного і спеціального спорядження;
- метрологічне забезпечення дослідних зразків ЛТО;
- ергономічні характеристики дослідних зразків ЛТО;
- можливість та особливості виконання стрибків з парашутом із літальних апаратів парашутистами-випробувачами, одягнутими в дослідні зразки ЛТО;
- зручність та особливості застосування дослідних зразків при виконанні робіт на авіаційній техніці, виконанні інших робіт в польоті;
- лабораторні випробування матеріалів, що застосовуються для виготовлення дослідних зразків ЛТО;

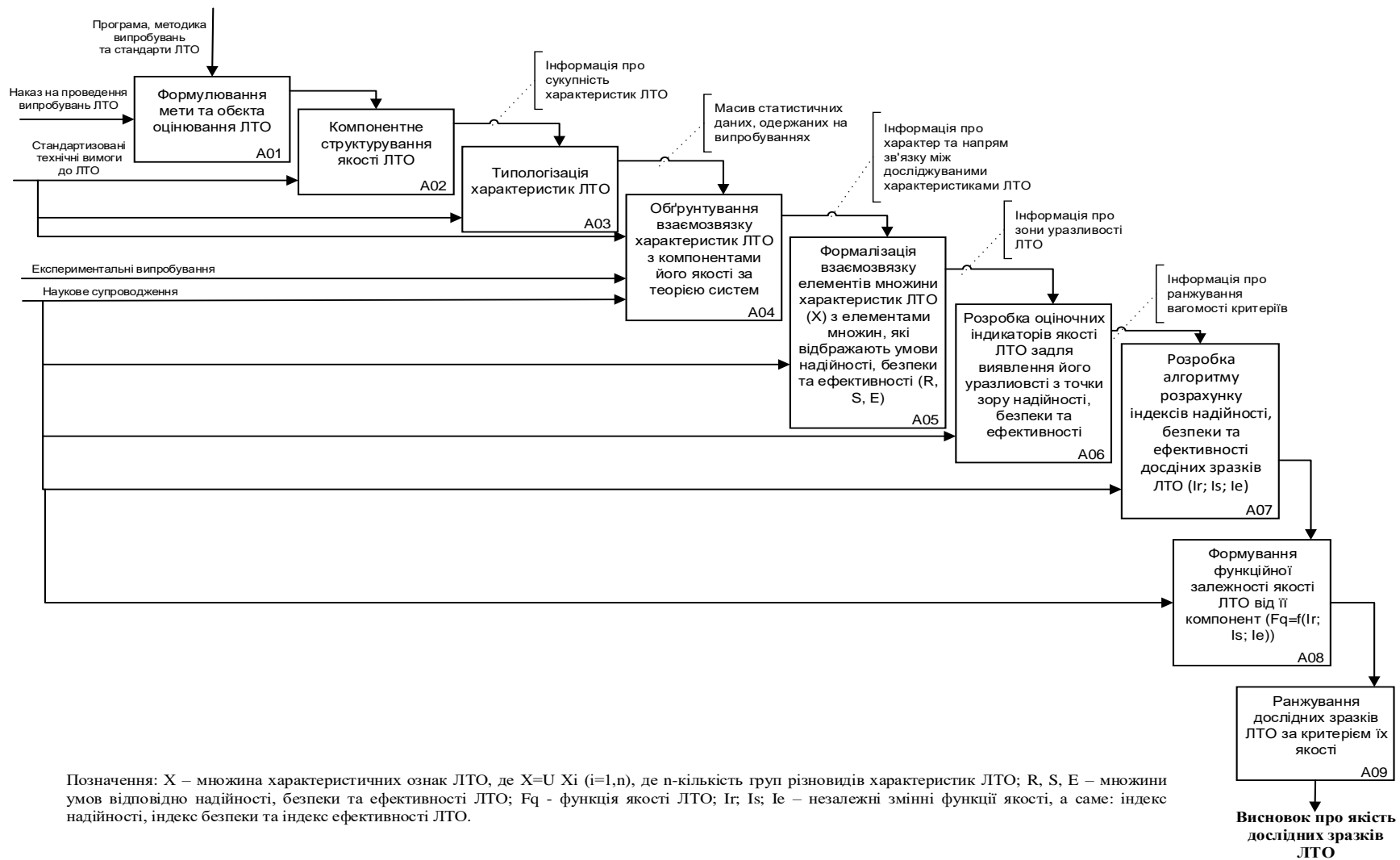


Рис. 2. Інформаційна модель оцінювання якості ЛТО за процесним підходом

Джерело: розробка авторів.

- сполучуваність дослідних зразків ЛТО між собою, з іншими серійними виробами льотного обмундирування, захисного спорядження та засобами захисту від ЗМУ;
- можливість розміщення предметів НАЗ у кишенях дослідних зразків ЛТО;
- міцність матеріалів (тканини, фурнітури тощо), що застосовуються для виготовлення дослідних зразків ЛТО, після їх тривалої експлуатації;
- тепло- і вітрозахисні властивості дослідних зразків ЛТО;
- вплив хімічної чистки (прання) на зміну якості (зовнішнього стану, кольору, лінійних розмірів) дослідних зразків ЛТО;
- вплив дослідних зразків ЛТО на траєкторію руху рук, погляди та оглядовість експериментатора.

Окреме питання у розширенні інформаційно-методичного базису науково-обґрунтованої оцінки випробувань дослідних зразків ЛТО – це обґрунтування взаємоузгодженості оціночних характеристик ЛТО та компонент його якості. Маємо на увазі їх ранжування за критеріям рівня підпорядкованості один одному та особливостей взаємозв'язків між ними. Авторське бачення цього подано на рис. 3, що реалізовано завдяки інструментам ER діаграми.

Як видно з рис. 3 всі характеристики ЛТО перебувають у тісному взаємозв'язку і немає жодної характеристики, яка або не відчула б на собі вплив інших ознак ЛТО, або сама не здійснювала б такий вплив. Аналогічне стосується і їх взаємодії з компонентами якості ЛТО, тобто його надійністю, безпечністю та ефективністю. Чітко формалізувати подібну мережеву структуру взаємозв'язків – це досить складна аналітична задача, яка своєю чергою, потребувати запровадження цілої низки обмежень та теоретичних припущень, що негативно відобразиться на її достовірності як аналітичного інструментарію. Саме тому, на наше переконання, методом обробки інформаційного масиву вищезазначеної природи доцільно обрати експертний підхід і саме до нього застосовувати передові підходи підвищення його об'єктивності та наукової обґрунтованості.

Інше важливе наукове питання у рамках обраного предмету дослідження – це обґрунтування методології обробки експертних оцінок дослідних зразків ЛТО задля підвищення їх достовірності та наукової обґрунтованості. Як вже зазначалося вище фундаментальним методом оцінювання дослідних зразків, який використовується у рамках випробувальної діяльності, – це метод експертних оцінок. Переконані, що у випробувальній діяльності експертний підхід є найбільш дієвим з огляду на зміст мети – виявити зони уразливості дослідних зв'язків, що суттєво залежить від професійної винахідливості експертної групи. Водночас для підвищення наукової обґрунтованості необхідно застосовувати аналітичний інструментарій обробки експертних оцінок, зокрема, доцільним видається використати метод аналітичного ієрархічного процесу. Застосування цього методу дозволить реалізувати такі завдання:

- 1) формалізація зв'язків між характеристиками ЛТО та компонентами його якості;
- 2) обґрунтування вагомості кожного критерію у забезпеченні якості певного дослідного зразка ЛТО;
- 3) встановлення рівня значимості експертного оцінювання якості ЛТО шляхом оцінки рівня узгодженості їхньої позиції.

Опишемо особливості застосування методу аналітичного процесу для формування науково обґрунтованого інформаційного базису інформаційної моделі випробувань дослідних зразків. Авторське бачення представимо в етапізованій формі (рис. 3).

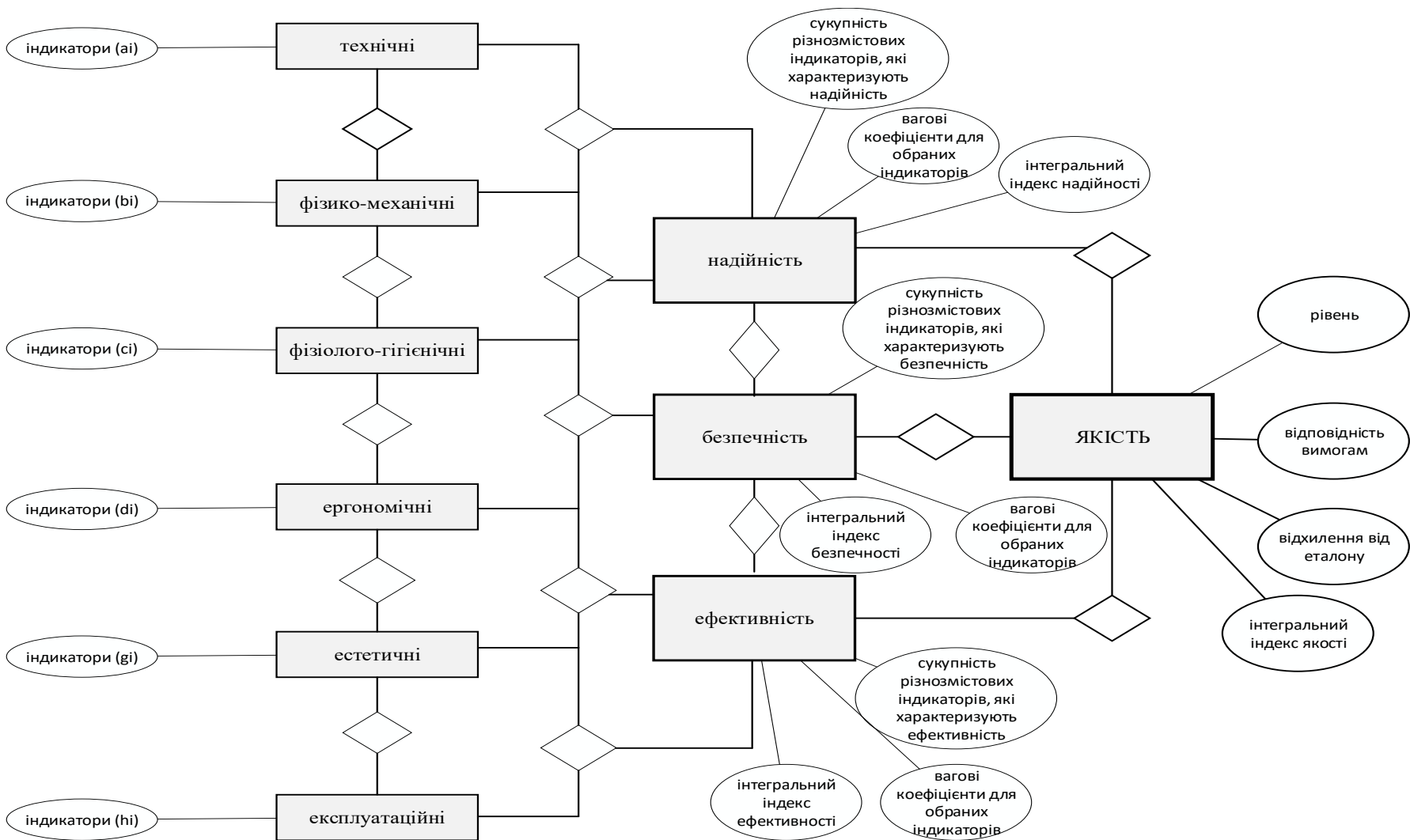


Рис. 3. ER діаграма інформаційного-структурного базису випробувань ЛТО на етапі оцінювання його якості

Зазначимо, що вихідною інформацією мають бути результати комплексних випробувань ЛТО за експертним підходом (табл. 1).

Таблиця 1. – Вихідні дані результатів випробувань ЛТО у розрізі їх характеристик

	$\{a_i\}$	$\{b_i\}$	$\{c_i\}$	$\{d_i\}$	$\{g_i\}$	$\{h_i\}$
$M_1$	$\{x_{1i}^{A,R}\}$	$\{x_{1i}^{B,R}\}$	$\{x_{1i}^{C,R}\}$	$\{x_{1i}^{D,R}\}$	$\{x_{1i}^{G,R}\}$	$\{x_{1i}^{H,R}\}$
$M_2$	$\{x_{2i}^{A,R}\}$	$\{x_{2i}^{B,R}\}$	$\{x_{2i}^{C,R}\}$	$\{x_{2i}^{D,R}\}$	$\{x_{2i}^{G,R}\}$	$\{x_{2i}^{H,R}\}$
...	...	...	...	...	...	...
$M_n$	$\{x_{ni}^{A,R}\}$	$\{x_{ni}^{B,R}\}$	$\{x_{ni}^{C,R}\}$	$\{x_{ni}^{D,R}\}$	$\{x_{ni}^{G,R}\}$	$\{x_{ni}^{H,R}\}$

Позначення:  $\{a_i\}, \{b_i\}, \{c_i\}, \{d_i\}, \{g_i\}, \{h_i\}$  – елементи множин відповідно  $A, B, C, D, G, H$  та представлені оціночними індикаторами характеристик ЛТО (наприклад,  $A$  – множина оціночних індикаторів технічних характеристик ЛТО);  $\{x_{ji}^A\}, \{x_{ji}^B\}, \{x_{ji}^C\}, \{x_{ji}^D\}, \{x_{ji}^G\}, \{x_{ji}^H\}$  – експертні оцінки випробувань ЛТО у розрізі його технічних, фізико-механічних, фізіолого-гігієнічних, ергономічних, естетичних та експлуатаційних характеристик;  $j$  – номер дослідного зразка ЛТО ( $j = \overline{1, n}$ );  $i$  – номер оціночного індикатора певної характеристики ЛТО.

Зауважимо, що у рамках першого етапу необхідно сформувати укрупнені вихідні дані стосовно кількісних результатів випробувань ЛТО за всією експертною групою. Для цього доречно використати підхід, описаний у праці [11].

Далі розкриємо особливості застосування методу аналітичного процесу для вирішення поставлених завдань.

**Етап 1.** Формування матриці ваг вагомості впливу характеристик ЛТО на забезпечення його якості у тривимірному критеріальному просторі «надійність – безпека - ефективність». У табл. 2 представлено логіку обґрунтування вагомості взаємозв’язків відповідних характеристик ЛТО на компоненти його якості (надійність, безпечність, ефективність) та рівень узгодженості позиції експертів.

Зазначимо, для встановлення ваг вагомості ( $a_{ij}$ ) використовуємо шкала Сааті, згідно з якою якісним характеристикам ступеня переваги одного елемента над іншим присвоюються відповідні числові значення ( $a_{ij}$ ) за такою логікою: нейтральна вагомість – 1:1; слабка вагомість – 2:1 та 3:1; істотна вагомість – 4:1 та 5:1; явна вагомість – 6:1 та 7:1; абсолютна вагомість – це 8:1 та 9:1. При цьому, якщо при порівнянні одного елемента з другим, тримане одне з вищевказаних чисел (1–9), то при порівнянні другого з першим, матимемо обернену величину (1):

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, \forall i, j = \overline{1, n}. \tag{1}$$

Таблиця 2. – Матриця вагомості впливу характеристик ЛТО на компоненти його якості (на прикладі впливу технічних характеристик ЛТО на його надійність)

$A \rightarrow R$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	...	$a_n$	Нормований вектор матриці вагомості
$a_1$	1	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	...	$a_{1n}$	$a_1^{AR\_norm}$
$a_2$	$1/a_{12}$	1	$a_{23}$	$a_{24}$	...	$a_{2n}$	$a_2^{AR\_norm}$
$a_3$	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1	$a_{34}$	...	$a_{3n}$	$a_3^{AR\_norm}$
$a_4$	$1/a_{14}$	$1/a_{24}$	$1/a_{34}$	1	...	$a_{4n}$	$a_4^{AR\_norm}$
...	...	...	...	...	1	...	...
$a_n$	$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$	$1/a_{3n}$	$1/a_{4n}$	...	1	$a_n^{AR\_norm}$
Загальний підсумок	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	x

*Примітка.* Матриця повинна заповнюватися кожним членом експертної групи, після чого представлені дані укрупнюються на рівні окремої характеристики ЛТО за показником середньої арифметичної зваженої. З огляду на аксіому пов’язаності, яка лежить в основі цього методу, об’єктом зважувань є лише цифрові дані верхньої правої частини матриці, а нижня ліва частина матриці заповнюватиметься за формулою (1).

Аналогічно ваги вагомості визначаються для всіх інших характеристик з позиції їх впливу на компоненти якості ЛТО. З огляду на наші вихідні дані (шість характеристик ЛТО та три компоненти якості ЛТО) мати місце 18 матриць вагомості впливу. Для забезпечення науково-обґрунтованої оцінки випробувань дослідних зразків льотного обмундирування необхідно на кожному з цих етапів визначити рівень узгодженості позиції експертів. Для цього використовується такий інструментарій:

1) нормований вектор матриці вагомості ( $A_i$ )

$$A_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}} \quad (2)$$

2) індекс узгодженості ( $I_y$ )

$$I_y = \frac{|\lambda_{max} - n|}{(n-1)}, \quad (3)$$

3) найбільше власне число матриці вагомості  $A_i$  ( $\lambda_{max}$ )

$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij}, \quad (4)$$

4) відношення узгодженості ( $B_y$ ) вагомості  $A_i$

$$B_y = \frac{I_y}{TI_y}, \quad (5)$$

де  $TI_y$  – табличне значення індексу. Згідно з методологією підходу аналітичного процесу показник відношення узгодженості не повинен перевищувати 10 %. Дотримання цієї умови є передумовою до переходу до наступного етапу процесу підвищення науково-обґрунтованості інформаційного забезпечення випробувальної діяльності.

**Етап 2.** Формування матриці ваг вагомості впливу характеристик конкретних дослідних зразків ЛТО на забезпечення його якості у тривимірному критеріальному просторі «надійність – безпека - ефективність». У загальному вигляді це представлено в табл. 3.

Таблиця 3 – Матриця вагомості впливу характеристик дослідних зразків ЛТО на компоненти його якості (на прикладі впливу технічних характеристик дослідних зразків ЛТО на його надійність)

$A, B, C, D, G, H \rightarrow R$	A	B	C	D	G	H	Нормований вектор матриці вагомості
$M_1$	$r_{11}$	$r_{12}$	$r_{13}$	$r_{14}$	$r_{15}$	$r_{16}$	$r_1^{norm}$
$M_2$	$r_{21}$	$r_{22}$	$r_{23}$	$r_{24}$	$r_{25}$	$r_{26}$	$r_2^{norm}$
$M_3$	$r_{31}$	$r_{32}$	$r_{33}$	$r_{34}$	$r_{35}$	$r_{36}$	$r_3^{norm}$
$M_4$	$r_{41}$	$r_{42}$	$r_{43}$	$r_{44}$	$r_{45}$	$r_{46}$	$r_4^{norm}$
...	...	...	...	...	...	...	...
$M_n$	$r_{n1}$	$r_{n2}$	$r_{n3}$	$r_{n4}$	$r_{n5}$	$r_{n6}$	$r_n^{norm}$
Загальний підсумок	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	x

*Примітка.* Така матриця повинна заповнюватися кожним членом експертної групи, після чого представлені дані укріплюються на рівні окремої характеристики ЛТО за показником середньої арифметичної зваженої. З огляду на аксіому пов'язаності, яка лежить в основі цього методу, об'єктом зважувань є лише цифрові дані верхньої правої частини матриці, а нижня ліва частина матриці заповнюватиметься за формулою (1). За аналогічним підходом також будують матриці впливу характеристик дослідних зразків ЛТО на його безпечність та ефективність.

Для кожної матриці вагомості впливу характеристик дослідних зразків ЛТО на компоненти його якості визначається нормований вектор матриці вагомості за формулою (2) та відношення узгодженості ( $B_y$ ) матриці вагомості за формулою (5).



**Еман 3.** Заключним етапом є визначення показника «Глобальний пріоритет», що дозволяє ранжувати дослідні зразки ЛТО за критерієм вагомості забезпечення якості ЛТО, визначені у тривимірному просторі «надійність – безпечність – ефективність».

Таблиця 4 – Матриця укрупненої вагомості впливу дослідних зразків ЛТО на компоненти його якості

Дослідний зразок ЛТО	Вагомість впливу характеристик ЛТО на:			Глобальний пріоритет
	надійність (R)	безпечність (S)	ефективність (E)	
	Числові значення вектора вагомості оціночних критеріїв (A <sub>i</sub> )			
	$a_{general}^{R, norm}$	$a_{general}^{S, norm}$	$a_{general}^{E, norm}$	
M <sub>1</sub>	$r_1^{norm}$	$s_1^{norm}$	$e_1^{norm}$	$glob_1^{pr}$
M <sub>2</sub>	$r_2^{norm}$	$s_2^{norm}$	$e_2^{norm}$	$glob_2^{pr}$
M <sub>3</sub>	$r_3^{norm}$	$s_3^{norm}$	$e_3^{norm}$	$glob_3^{pr}$
M <sub>4</sub>	$r_4^{norm}$	$s_4^{norm}$	$e_4^{norm}$	$glob_4^{pr}$
...	...	...	...	...
M <sub>n</sub>	$r_n^{norm}$	$s_n^{norm}$	$e_n^{norm}$	$glob_n^{pr}$

*Примітка.* Така матриця повинна заповнюватися кожним членом експертної групи, після чого представлені дані укрупнюються на рівні окремої характеристики ЛТО за показником середньої арифметичної зваженої.

Зазначимо, що імплементація методу аналітичного процесу у систему експертного оцінювання якості ЛТО у межах випробувальної роботи дозволяє досягнути таких ефектів:

1) попарно визначається сила впливу окремих характеристик ЛТО на його якість через призму її компонент;

2) на підставі розрахунку показника «відношення узгодженості» здійснюється контроль за рівнем узгодженості позиції експертів та наявності / відсутності неприпустимих розбіжностей;

3) забезпечується можливість виокремлення зон вразливості окремих дослідних зразків ЛТО в розрізі обраних оціночних критеріїв;

4) можливість ранжування дослідних зразків ЛТО за рівнем їхньої якості, яка мислиться як комплексна багатоаспектна категорія.

На наше переконання, представлена методологія дозволяє підвищити наукову обґрунтованість випробувань дослідних зразків ЛТО.

**Висновки.** Таким чином, розроблена інформаційна модель у спрощеному структурованому вигляді розкриває авторську методологію випробувань ЛТО. Наявність такої інформаційної моделі дозволяє надалі розробляти автоматизовані системи накопичення експериментальних даних і експертних оцінок за результатами випробувань для прийняття обґрунтованих рішень щодо виробництва і закупівлі ЛТО для потреб Збройних Сил України.

Вказані у дослідженні особливості алгоритмізації робіт потрібно враховувати при виборі інформаційно-методичних підходів, на базі яких буде побудовано методики випробувань. Розроблений підхід оцінки ЛТО можливо застосувати для визначення достовірної оцінки характеристик об'єкта випробувань за статистичними критеріями з прийнятою ймовірністю. Головним науковим результатом дослідження є обґрунтування теоретико-методологічних положень концепції експертної оцінки озброєння та військової техніки на прикладі ЛТО.

#### Список використаних джерел

- Orr D. J. Evaluation of military flight suit comfort in extreme environments / D. J. Orr, J. A. Pope, M. A. Greer // Aviation, Space, and Environmental Medicine. – 2019. № 90(5). – Pp. 466-472. – DOI: 10.3357/ASEM.5285.2019.
- Development of a Performance Evaluation System for Flight Clothing / J. Kim, J. Park, S. Hwang, H. Kim, D. Shin // Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles. – 2020. – № 44(6). – Pp. 1036-1045. – DOI: 10.5850/JKSCT.2020.44.6.1036.

3. Pilcher A. C. Evaluation of flight suit design features for enhanced comfort and performance / A. C. Pilcher, J. A. Smith, J. A. Witherington // *Aerospace Medicine and Human Performance*. – 2018. – № 89(1). – Pp. 28-33. – DOI: 10.3357/AMHP.4880.2018.
4. An Ergonomic Design of Flight Suit Pattern According to Wearing characteristics / Jeon Eun-Jin Jeong, Jeong Rim, Kim Hee-Eun, Park Seikwon, You Heecheon // *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. – 2011. – № 55. – DOI: 10.1177/1071181311551460.
5. Voskuijl S. Evaluation of the New Generation Flight Suit / S. Voskuijl, E. Nijmeijer, E. Kouwenhoven // *TNO Technical Report, TNO-2014-R10655*. – Nov. 2014.
6. Keiser J.R. Evaluation of Protective Clothing for Cold Weather Flying Operations / J. R. Keiser // *USAF Technical Report, USAFSAM-TR-09-03*. – Mar. 2009.
7. Sinclair P. R. Evaluation of Aircrew Clothing and Equipment for High Altitude Operations / P. R. Sinclair, J. F. Fraser // *Defence Research and Development Canada Technical Report, DRDC Toronto CR 2003-085*. – Jun. 2003.
8. Delaunay F. Evaluation of Protective Clothing for High G Accelerations / F. Delaunay, S. Laporte, C. Lantieri // *Defence Research and Development Canada Technical Report, DRDC Valcartier TR 2020-052*. – 2020.
9. Gregersen P. H. Performance evaluation of a cold weather flight suit / P. H. Gregersen, M. F. Løkke, L. P. Mikkelsen // *Technical Report, Danish Defence Acquisition and Logistics Organisation*. – 2019.
10. A study of thermal comfort properties of the new generation of Nomex flight suits / J. M. Viegas, J. A. Ferreira, A. J. Coelho, H. Lopes // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. – 2017. – № 23(1). – Pp. 60-67.
11. Алгоритм ергономічної оцінки дослідних зразків льотно-технічного обмундирування / О. В. Андрієнко, В. Т. Бояров, К. І. Кайдаш, О. М. Чередніков, Є. В. Хмель // *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. – 2021. – Вип. 4(10). – С. 5-13.
12. Концептуальний підхід до визначення вимог до фізико-механічних властивостей тканин для виготовлення льотно-технічного обмундирування для авіації Збройних Сил України / Є. В. Хмель, О. О. Корольов, О. В. Андрієнко, О. І. Бойченко // *Наукові праці Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. – 2022. – Вип. 2(12). – С. 145–151. – DOI: <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.12.2022.15>.
13. Ключніков І. М. Тенденції удосконалення екіпіровки військового льотчика / І. М. Ключніков, А. Г. Єрилкін, О. М. Марченко // *Наука і техніка Повітряних Сил ЗСУ*. – 2017. – № 1(26). – С. 27–29.
14. Червотока О. В. Аналіз методичного апарату проведення лабораторних випробувань речового майна / О. В. Червотока, М. О. Геращенко, І. М. Лаппо // *Проблеми якості оборонної продукції: організаційні, технічні та фінансово-економічні аспекти : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 30 червня 2022 року) / ред. І.М. Ткач; Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського*. – К., 2022. – С. 167-169.
15. Evaluation of Nomex Flight Suits and Undergarments. Technical Report AFRL-RX-TP-2017-01316 [Electronic resource] / U.S. Air Force Research Laboratory. – 2017. – Accessed mode: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/1048784.pdf>
16. Evaluation of Cold Weather Clothing Systems. Technical Report T19-3 [Electronic resource] / U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine. – 2019. – Accessed mode: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/1097248.pdf>.
17. IATA. Evaluation of the Suitability of Protective Clothing for Use in Civil Aviation. Technical Report. – 2018.
18. Lagattolla F. Testing and Evaluation of Personal Protective Equipment for the Royal Air Force (RAF) / F. Lagattolla, R. Proctor // *Defence Procurement International*. – 2019. – Pp. 18-19.
19. Підсумковий звіт військових випробувань дослідних зразків льотно-технічного обмундирування для льотно-технічного складу авіації Повітряних Сил Збройних Сил України, що розроблено Товариством з обмеженою відповідальністю “РА.ДА” та вироблено Торгівельно-виробничою фірмою “ІНТЕРОН”. – 2022. – 18 с.

### References

1. Orr, D.J., Pope, J.A., & Greer, M.A. (2019). Evaluation of military flight suit comfort in extreme environments. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 90(5), 466-472. doi:10.3357/ASEM.5285.2019.

2. Kim, J., Park, J., Hwang, S., Kim, H., & Shin, D. (2020). Development of a Performance Evaluation System for Flight Clothing. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 44(6), 1036-1045. doi:10.5850/JKSCT.2020.44.6.1036.
3. Pilcher, A.C., Smith, J.A., & Witherington, J.A. (2018). Evaluation of flight suit design features for enhanced comfort and performance. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 89(1), 28-33. doi:10.3357/AMHP.4880.2018.
4. Jeon Eun-Jin Jeong, Jeong Rim, Kim Hee-Eun, Park Seikwon, You Heecheon. (2011). An Ergonomic Design of Flight Suit Pattern According to Wearing characteristics. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 55. 10.1177/1071181311551460.
5. Voskuil, S., Nijmeijer, E., & Kouwenhoven, E. (Nov. 2014). Evaluation of the New Generation Flight Suit. *TNO Technical Report, TNO-2014-R10655*.
6. Keiser, J.R. (Mar. 2009). Evaluation of Protective Clothing for Cold Weather Flying Operations. *USAF Technical Report, USAFSAM-TR-09-03*.
7. Sinclair, P.R., & Fraser, J.F. (Jun. 2003). Evaluation of Aircrew Clothing and Equipment for High Altitude Operations. *Defence Research and Development Canada Technical Report, DRDC Toronto CR 2003-085*.
8. Delaunay, F., Laporte, S., & Lantieri, C. (2020). Evaluation of Protective Clothing for High G Accelerations. *Defence Research and Development Canada Technical Report, DRDC Valcartier TR 2020-052*.
9. Gregersen, P. H., Løkke, M. F., & Mikkelsen, L. P. (2019). Performance evaluation of a cold weather flight suit. *Technical Report, Danish Defence Acquisition and Logistics Organisation*.
10. Viegas, J. M., Ferreira, J. A., Coelho, A. J., & Lopes, H. (2017). A study of thermal comfort properties of the new generation of Nomex flight suits. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 23(1), 60-67.
11. Andriienko, O.V., Boiarov, V.T., Kaidash, K.I., Cherednikov, O.M., & Khmel, Ye.V. (2021). Alhorytm erhonomichnoi otsinky doslidnykh zrazkiv lotno-tekhnichnoho obmundyruvannia [Algorithm of ergonomic assessment of test samples of flight-technical uniforms]. *Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho naukovo-doslidnoho instytutu vyprobuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky – Collection of scientific works of the State Research Institute of Testing and Certification of Weapons and Military Equipment*, 4(10), 5-13.
12. Khmel, Ye.V., Korolov, O.O., Andriienko, O.V., & Boichenko, O.I. (2022). Kontseptualnyi pidkhid do vyznachennia vymoh do fizyko-mekhanichnykh vlastyvostei tkanyn dlia vyhotovlennia lotno-tekhnichnoho obmundyruvannia dlia aviatsii Zbroinykh Syl Ukrainy [A conceptual approach to determining the requirements for the physical and mechanical properties of fabrics for the production of flight technical uniforms for the aviation of the Armed Forces of Ukraine]. *Naukovi pratsi Derzhavnoho naukovo-doslidnoho instytutu vyprobuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky – Scientific works of the State Research Institute of Testing and Certification of Armaments and Military Equipment*, 2(12), 145–151. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.12.2022.15>.
13. Kliushnikov, I.M., Yerylkin, A.H., Marchenko, O.M. (2017). Tendentsii udoskonalennia ekipirovky viiskovoho lotchyka [Trends in the improvement of military pilot equipment]. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl ZSU – Science and technology of the Air Force of the ZSU*, 1(26), 27–29.
14. Chervotoka, O.V., Herashchenko, M.O., Lappo, I.M. (2022). Analiz metodychnoho aparatu provedennia laboratornykh vyprobuvan rechovoho maina [Analysis of the methodical apparatus for conducting laboratory tests of tangible property]. *Problemy yakosti oboronnoi produktsii: orhanizatsiini, tekhnichni ta finansovo-ekonomichni aspekty: materialy IV Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii – Problems of the quality of defense products: organizational, technical and financial and economic aspects: materials of the 4th All-Ukrainian Scientific and Practical Conference* (pp. 167-169).
15. U.S. Air Force Research Laboratory. (2017). Evaluation of Nomex Flight Suits and Undergarments. Technical Report AFRL-RX-TP-2017-01316. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/1048784.pdf>.
16. U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine. (2019). Evaluation of Cold Weather Clothing Systems. Technical Report T19-3. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/1097248.pdf>.
17. IATA. (2018). Evaluation of the Suitability of Protective Clothing for Use in Civil Aviation. Technical Report.

18. Lagattolla, F., & Proctor, R. (2019). Testing and Evaluation of Personal Protective Equipment for the Royal Air Force (RAF). *Defence Procurement International* (pp. 18-19).

19. Pidsumkovyi zvit viiskovykh vyprobuvan doslidnykh zrazkiv lotno-tekhnichnoho obmundryvannia dlia lotnoho skladu aviatsii Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy, shcho rozrobleno Tovarystvom z obmezhenoiu vidpovidalnistiu "RA.DA" ta vyrobлено Torhivelno-vyrobnychoiu firmoiu "INTERON" [Final report of military tests of test samples of flight and technical uniforms for the aviation personnel of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine, developed by the Limited Liability Company "RA.DA" and produced by the Trade and Production Company "INTERON"]. (2022).

Отримано 18.02.2023

UDC 629.7.004

**Myroslava Khutorna<sup>1</sup>, Oleg Cherednikov<sup>2</sup>, Nataliia Pantelieieva<sup>3</sup>, Oleksandr Andrienko<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Doctor of Economic Sciences, Professor, Senior Research Fellow  
State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification (Cherkasy, Ukraine)

E-mail: [miroslava7@gmail.com](mailto:miroslava7@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0761-3021>

ResearcherID: [E-4780-2019](https://orcid.org/0000-0003-0761-3021). Scopus Author ID: [57207767142](https://orcid.org/0000-0003-0761-3021)

<sup>2</sup>PhD in Technical Sciences, Senior Research Fellow  
State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification (Cherkasy, Ukraine)

E-mail: [cheronoleg52@gmail.com](mailto:cheronoleg52@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1258-590X>

<sup>3</sup>Doctor of Economics, Professor, Senior Research Fellow  
State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification (Cherkasy, Ukraine)

E-mail: [npantelieeva2017@gmail.com](mailto:npantelieeva2017@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6457-6912>

ResearcherID: [V-5142-2019](https://orcid.org/0000-0001-6457-6912). Scopus Author ID: [57203140234](https://orcid.org/0000-0001-6457-6912)

<sup>4</sup>PhD in Psychology Sciences, Senior Research Fellow, State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification (Cherkasy, Ukraine)

E-mail: [flater2009@ukr.net](mailto:flater2009@ukr.net). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0339-5445>

## INFORMATION MODEL OF TESTS OF EXPERIMENTAL SAMPLES OF FLIGHT TECHNICAL SUITS

*Providing modern flight and technical uniforms to the aviation crew of the Armed Forces of Ukraine is an important task, taking into account the multitude of adverse factors affecting the performance of professional duties by the personnel, especially in the conditions of hostilities. This implies the need and obligation to confirm the quality of flight technical suits (FTS) for the ability to reliably provide comfort and safety, which, in turn, requires testing at a high scientific and methodological level with the development of new approaches to information support and evaluation of objects of suitability tests before making a decision on the supply and/or launch of FTS in serial production.*

*The purpose of the work is the development of an information model of tests of prototypes of flight suits to expand the informational and methodological basis of scientifically based assessment of tests of prototypes of FTS.*

*The conceptual scheme of the information model of the researched process is presented; the criterion essences of the formalization of the FTS quality evaluation process within the framework of the testing activity were substantiated, namely: 1) the theoretical decomposition of the concept of the FTS quality was carried out; 2) an informational model for evaluating the quality of FTS based on the process approach was formed; 3) the complexity of interrelationships between content elements of FTS quality is substantiated and a model of the informational and methodological basis is presented in order to increase the scientific validity of the results of testing activities. Proposals for the use of the analytical process method to improve the quality of expert evaluation of experimental samples have been developed and the effects of implementing this method in the system of expert evaluation of the quality of FTS as part of the trial work have been substantiated.*

**Keywords:** test; information model; flight technical suits; experimental samples; requirements; methodical support.

Fig.: 3. Table: 4. References: 19.