

Стаття надійшла до редакції /
Received 20.04.2026

Прийнята до друку /
Accepted 25.05.2026

Опубліковано /
Published 29.05.2026

УДК 687.17:355.48:629.7
<https://doi.org/10.30857/2706-5898.2026.2.5>

МАМЧЕНКО ЯНА

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна
e-mail: mamchenko.yo@knuud.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-6075-1285>

ГАВРИШ ЛЕОНІД

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна
e-mail: havrysh.lt@knuud.edu.ua
<https://orcid.org/0009-0009-6582-5111>

НАВОЛЬСЬКА ЛІЛЯ

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна
e-mail: navolska.ly@knuud.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-0244-0371>

ОЛІЙНИК ГАЛИНА

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна
e-mail: tokar.gm@knuud.com.ua
<https://orcid.org/0000-0002-7471-7325>

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ЗАХИСНОГО КОМПЛЕКТУ ВІЙСЬКОВОГО ЛЬОТЧИКА

Мета. Метою дослідження є формування системного комплексного теоретико-методологічного підходу до дизайн-розробки захисного комплексу військового льотчика з урахуванням умов професійної діяльності, впливу небезпечних і шкідливих факторів, ергономічних, функціональних, конструктивно-технологічних та естетичних вимог.

Методика. Методика дослідження базується на комплексному міждисциплінарному підході, що охоплює аналіз наукових джерел з дизайну, ергономіки, матеріалознавства, авіаційної медицини, текстильної інженерії та військової авіації; систематизацію чинників професійного середовища; узагальнення вимог до структури, функцій і взаємосумісності складових захисного комплексу.

Основні результати. У дослідженні обґрунтовано необхідність комплексного підходу до проєктування захисного комплексу льотчика як багатокомпонентної системи. Визначено ключові групи чинників, що впливають на дизайн-розробку виробів: специфіка професійної діяльності, обмеженість простору кабіни, характер типових поз і рухів, вплив небезпечних та шкідливих факторів, вимоги до матеріалів, взаємосумісність елементів комплексу та їх інтеграція з технічним оснащенням. Запропоновано структуру теоретико-методологічного підходу та системну модель дизайн-розробки захисного комплексу військового льотчика.

Наукова новизна полягає у формуванні системного комплексного теоретико-методологічного підходу до дизайн-розробки захисного комплексу льотчика військової авіації на основі узагальнення взаємозв'язків у системі «зовнішнє середовище – військовий льотчик – дизайн захисного комплексу».

Практична значимість полягає у можливості використання запропонованого підходу під час передпроектних досліджень, формування вимог до виробів, розробки структури комплексу, добору матеріалів і пошуку раціональних композиційно-конструктивних рішень для створення сучасного захисного екіпірування військових льотчиків.

Ключові слова: спеціальний одяг; захисний комплект льотчика; військова авіація; дизайн-розробка; ергономіка; функціональність; композиційно-конструктивне рішення; матеріали.

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF DESIGNING A PROTECTIVE KIT FOR A MILITARY PILOT

MAMCHENKO YANA, HAVRISH LEONID, NAVOLSKA LILIIA, OLIINYK HALYNA
Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

Purpose. *The purpose of the study is to develop a systematic theoretical and methodological approach to the design of a protective kit for a military aviation pilot, taking into account the conditions of professional activity, the impact of hazardous and harmful factors, and ergonomic, functional, structural-technological, and aesthetic requirements.*

Methodology. *The research methodology is based on an integrated interdisciplinary approach, including the analysis of scientific sources in design, ergonomics, materials science, aviation medicine, textile engineering, and military aviation; the systematization of professional environment factors; and the generalization of requirements for the structure, functions, and compatibility of the components of the protective kit.*

Main results. *The study substantiates the need for a comprehensive, multi-component approach to designing a pilot's protective kit. The key groups of factors influencing the design development are identified, including: the specifics of professional activity; confined cockpit space; typical postures and movements; the impact of hazardous and harmful factors; material requirements; compatibility of kit elements; and their integration with technical equipment. A theoretical and methodological approach and a system model for the design and development of a military aviation pilot's protective kit are proposed.*

Scientific novelty. *The scientific novelty lies in the development of a systematic theoretical and methodological approach to the design of a military aviation pilot's protective kit, based on the generalization of relationships within the system "external environment – military pilot – protective kit design".*

Practical significance. *The practical significance of the study consists in the possibility of applying the proposed approach to pre-design research, the formulation of product requirements, the development of the kit structure, the selection of materials, and the identification of rational compositional and structural solutions for creating modern protective equipment for military pilots.*

Keywords: *special clothing; pilot protective kit; military aviation; design development; ergonomics; functionality; compositional and structural solutions; materials.*

Вступ. Ключовим призначенням комплексу екіпірування військового льотчика є забезпечення ефективного захисту організму військовослужбовця від дії небезпечних і шкідливих чинників зовнішнього середовища. У цьому контексті одяг виконує не лише бар'єрну функцію, а й відіграє важливу роль у підтриманні стабільного фізіологічного стану, зокрема через формування контрольованого мікроклімату, необхідного для збереження теплового балансу, а також забезпечує комфортні умови функціонування організму в умовах змінних навантажень і специфічних параметрів середовища

Захисний комплект призначений для створення і підтримання сприятливих умов функціонування організму як під час польоту, так і на наземних етапах діяльності, забезпечуючи адаптацію до екстремальних

факторів, належний рівень працездатності та безпеки військовослужбовця, зокрема у надзвичайних та аварійних ситуаціях. Додатково, сучасні комплекти екіпірування мають відповідати підвищеним вимогам щодо ергономічності, функціональності, сумісності з бортовим обладнанням та іншими елементами спорядження, а також забезпечувати свободу рухів, надійність і зручність експлуатації в широкому діапазоні кліматичних і експлуатаційних умов.

Не менш значущою є естетична виразність та образно-комунікативна функція захисного комплексу, що виконує роль засобу візуальної комунікації. Зовнішній вигляд військової форми забезпечує ідентифікацію авіатора, відображає його приналежність до відповідного роду військ, а також сприяє формуванню єдиного професійного образу. Узгодженість

стилістичного рішення, структурна цілісність і гармонійна взаємодія композиційно-конструктивних елементів виробів і комплексу в цілому формують візуальний образ, що репрезентує професіоналізм, дисциплінованість і бойову готовність військово-службовця. Окрім цього, візуальний образ військового льотчика є важливою складовою інформаційної та іміджевої політики Збройних сил, формуючи відповідне сприйняття як у самих військовослужбовців, так і серед цивільного населення, а також представників союзних армій і міжнародних організацій [1]. Дослідження зазначеної проблематики потребує комплексного підходу, що зумовлено сталою тенденцією розвитку авіаційної галузі, дизайну та технологій, зокрема вдосконаленням технічного оснащення та його складових елементів, розширенням асортименту захисних виробів, впровадженням інноваційних матеріалів, удосконаленням конструктивних і функціонально-технологічних рішень, а також використанням сучасних методів проектування і технологій виготовлення тощо. З огляду на викладене, розробка функціонального, естетико-ергономічного, технологічно досконалого, ефективного, надійного та високоякісного одягу військового призначення, який відповідає встановленим вимогам та умовам експлуатації, є складним багатоетапним процесом, що базується на наукових засадах і потребує системного та комплексного підходу.

Аналіз досліджень та постановка завдання. Комплексний та системний підхід до проектування ґрунтується на всебічному аналізі умов професійної діяльності, що дає змогу обґрунтовано визначати раціональні конструктивно-технологічні рішення, формувати пакет матеріалів, враховуючи фурнітуру, розробляти ефективні способи технологічної обробки виробу, а також забезпечувати урахування взаємозв'язків між усіма елементами комплексу як цілісної системи захисту. Дизайн-ергономічне проектування виробів захисного комплексу військового льотчика, з урахуванням специфіки його експлуатації в реальних умовах, є складним багатоетапним і взаємопов'язаним процесом, якому передують

формування концептуального підходу до розробки, детальний аналіз складових елементів та встановлення їхніх взаємозалежностей і функціональних зв'язків. Відомо, що дизайнерська діяльність має міждисциплінарний характер і потребує інтеграції знань із суміжних галузей, а в окремих випадках – залучення фахівців різного профілю до реалізації проєктних рішень. Це особливо актуально під час розробки захисних виробів військового призначення, які мають відповідати широкому спектру вимог, зокрема ергономічних, захисних, естетичних, функціональних, технологічних тощо.

Науково-дослідні роботи, що стосуються льотного одягу та структури комплектів екіпірування льотчиків військової авіації, а також їх випробування і сертифікація, здійснюються спеціалізованими науково-дослідними інститутами та лабораторіями. У міжнародному контексті до таких установ належать, зокрема, Науково-дослідна лабораторія Повітряних Сил США (The Air Force Research Laboratory, AFRL) [2, 3], Науково-дослідний інститут екологічної медицини армії США (U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine, USARIEM) [4, 5]. В Україні відповідні дослідження виконуються Державним науково-дослідним інститутом авіації, Центральним науково-дослідним інститутом Збройних Сил України (ЦНДІ ЗСУ), Державним концерном «Укроборонпром», а також Центром метрології та стандартизації Міністерства оборони України [1].

Дослідженню сучасних моделей льотного одягу та інших захисних виробів для військових льотчиків, а також напрямів їх удосконалення присвячено наукові праці закордонних науковців – J.R. Keiser [6], P.R. Sinclair [7], а також вітчизняних дослідників О.М. Рудковського, В.В. Федоренка, А.Д. Черненка [8], І.М. Ключнікова, О.М. Марченка, А.Г. Єрилкіна [9], В.М. Дурача, Л.Г. Ніколайчук [10]. У своїх працях вони розглядають питання підвищення функціональності, ергономічності, захисних властивостей тощо льотного екіпірування, а також обґрунтовують підходи до його

проектування з урахуванням сучасних вимог авіаційної галузі.

Проблематика функціональності та ергономічного забезпечення виробів військового призначення, включаючи їх психофізіологічну, гігієнічну та антропометричну відповідність, розглядається у працях Eun-Jin Jeon, Jeong rim Jeong, Hee-Eun Kim, S. Park, Hee-cheon You [11], D. Gupta [12], A. Schmidt, R. Paul, E. Classen, J. Beringer [13], D.J. Carr, C.A. Wilson [14].

Дослідження, присвячені дизайну та конструктивному вирішенню виробів з метою забезпечення комфорту використання, максимального рівня захисту та збереження рухливості військовослужбовця, представлені у працях J. Huck, O. Maganga, Y. Kim [15]. Антропометричні аспекти, зокрема особливості тривалої роботи в сидячому положенні та вплив факторів робочого середовища на зміну окремих розмірних характеристик, що позначається на продуктивності праці та фізіологічному стані користувача, розглядаються у дослідженнях K.D. Morris [16], S. Bragança та співавторів [17]. Отримані результати обґрунтовують необхідність забезпечення динамічної відповідності одягу та адаптації виробів шляхом застосування раціональних композиційно-конструктивних і технологічних рішень [1].

Узагальнення проаналізованих джерел засвідчує, що попри значну кількість досліджень, присвячених окремим аспектам спеціального одягу, ергономіки та захисних матеріалів, питання комплексної дизайн-розробки захисного комплексу льотчика військової авіації як цілісної системи залишається недостатньо опрацьованим. Зокрема, відсутнє узгоджене теоретико-методологічне підґрунтя, яке б інтегрувало функціональні, ергономічні, конструктивно-технологічні та композиційно-естетичні параметри у єдину систему проектування.

Матеріали та методи дослідження. Методологічну основу дослідження становить комплексний міждисциплінарний підхід, що поєднує положення дизайну, матеріалознавства, ергономіки, авіаційної техніки та авіаційної медицини. У процесі дослідження використано методи аналізу та

узагальнення наукових джерел, систематизації чинників професійної діяльності військового льотчика, а також структурно-функціонального аналізу складових захисного комплексу. Здійснено дослідження умов експлуатації, включаючи клімато-географічні, технічні та ергономічні аспекти, аналіз типових рухів і поз авіатора, особливостей взаємодії з обладнанням кабіни, а також впливу небезпечних і шкідливих факторів на організм військовослужбовця. Використано аналіз наукових джерел щодо властивостей сучасних текстильних матеріалів, інноваційних технологій (зокрема smart-матеріалів, електронного текстилю, нанотехнологій), а також методи систематизації та узагальнення для визначення вимог до захисного екіпірування льотчиків. Окрему увагу приділено аналізу антропометричних, психофізіологічних і медичних характеристик, що визначають вимоги до конструкції та функціональності виробів.

Сучасне матеріалознавство тісно пов'язане з розвитком технологічних інновацій і підходів, які формують окремий напрям методологічних досліджень. Активне впровадження новітніх технологій у сфері текстильної інженерії зумовлює суттєві зміни властивостей текстильних матеріалів, сприяє підвищенню їх функціональності та розширенню експлуатаційних можливостей, що є особливо актуальним для створення військового одягу для льотчиків. Інноваційні досягнення у галузі матеріалознавства пов'язані з розробленням і впровадженням інтелектуальних матеріалів, зокрема електронного текстилю (e-textiles), матеріалів з антибактеріальними властивостями, підвищеною стійкістю до ультрафіолетового випромінювання, а також використанням нанотехнологій для виробів військового та спеціального призначення. Зазначені напрями активно досліджуються як вітчизняними науковцями – С.І. Арабулі, В.І. Власенко, Н.П. Супрун, О.П. Кизимчук, М.В. Колосніченко та ін. [18–20], так і зарубіжними дослідниками – R.M. Aileni, L. Chiriac [21], G. Ehrmann [22], A. Angelucci, M. Cavicchioli [23], T. Blachowicz, G. Ehrmann [24], Y. Li, Q. Qiu, Y. Yang, H. Zhang [25].

Аналіз наукових джерел свідчить, що питання дизайн-розробки військового одягу для льотчиків як об'єкта проектної діяльності залишається недостатньо опрацьованим як у вітчизняному, так і в міжнародному науковому просторі. Відсутність цілісного системного підходу до проектування таких виробів зумовлює необхідність проведення поглиблених міждисциплінарних досліджень, спрямованих на вдосконалення візуально-композиційних характеристик, пропорційних рішень і членувань захисних виробів без зниження їх захисних властивостей.

Результати досліджень та їх обговорення. Проведений аналітичний огляд дозволяє окреслити багатокомпонентну проблематику дизайну одягу для військових льотчиків і формує теоретичну основу для подальших наукових досліджень. Опрацювання джерельної бази засвідчує, що застосування теоретико-методологічного підходу сприяє формуванню цілісного уявлення про об'єкт дослідження – одяг для льотчиків військової авіації – у поєднанні зі комплексом наукових знань, що базуються на тісній інтеграції дизайну і технологій, ергономіки, матеріалознавства, інженерії, авіаційної галузі, а також психофізіологічних і проектних аспектів [1]. Застосування комплексного підходу до дизайн-розробки комплексу для льотчика військової авіації дало змогу впорядкувати взаємозв'язки в системі формування сучасних дизайн-рішень, а також представити її у вигляді структурно-алгоритмічної моделі (рис. 1). Запропонована структура охоплює як етапи передпроектного аналізу, так і ключові аспекти проектування одягу та інших виробів військового призначення для авіаторів; розглянемо її.

Ергономіка виступає одним із ключових компонентів теоретико-методологічного підходу [26], оскільки визначає відповідність технічних і конструктивних рішень можливостям та потребам людини. Вона охоплює параметри авіаційної техніки, авіоніки та оснащення кабіни повітряного судна (розміри, розташування елементів,

матеріали тощо), забезпечуючи зручність користування та ефективну взаємодію в системі «зовнішнє середовище – військовий льотчик – дизайн захисного комплексу».

Вагоме значення має також аналіз умов професійної діяльності, що формується під впливом сучасних технологій, складних авіаційних систем і супроводжується дією небезпечних чинників, висуваючи підвищені вимоги до фізичних і психофізіологічних характеристик льотного складу.

Проектування військового одягу для льотчиків повинно базуватися на врахуванні специфіки службової діяльності та експлуатаційних умов, зокрема клімато-географічних факторів, характеру рухів і робочих поз, режиму служби та її тривалості, а також поширених травм і професійних захворювань [1]. Крім того, необхідним є врахування умов взаємодії льотчика з бортовим обладнанням, системами керування та засобами життєзабезпечення, що визначає вимоги до сумісності складових комплексу, їх функціональності та зручності використання.

Оцінка експлуатаційних факторів також включає вплив небезпечних і шкідливих чинників середовища, що зумовлює вибір матеріалів, конструктивних рішень і технологій виготовлення виробів. Сукупність зазначених аспектів формує підґрунтя для обґрунтованого визначення параметрів захисного комплексу, забезпечення його ергономічності, надійності та ефективності в умовах реальної експлуатації.

Виконання військових обов'язків пов'язане з підвищеним рівнем безпеки, зумовленим імовірністю впливу шкідливих і небезпечних чинників середовища, зокрема екологічних. Повітряні сили належать до видів військ із високим рівнем ризику для особового складу, що визначає професійну діяльність льотчика як небезпечну, а за ступенем перевищення гігієнічних нормативів – таку, що може варіюватися залежно від характеру виконуваних завдань [1].



Рис. 1. Теоретико-методологічний підхід до дизайн-розробки комплексу для льотчика військової авіації

Суттєвою особливістю професійної діяльності військового льотчика є обмежений внутрішній простір кабіни літального апарата, що зумовлює тривале перебування у фіксованій, переважно сидячій позі та істотно обмежує рухову активність під час польоту. Це обумовлює необхідність урахування динаміки рухів і статичних навантажень, які формуються в умовах тривалої експлуатації та визначають вимоги до конструктивної організації виробів, їх об'ємно-просторової форми, параметрів та розміщення складових елементів як окремих виробів, так і комплексу в цілому.

У цьому контексті важливим є попередній аналіз типових рухів і робочих поз військовослужбовця, який впливає на ергономічність, композиційно-конструктивну структуру, вибір матеріалів і технологічних рішень, а також забезпечення динамічної відповідності виробів. Такий підхід дозволяє визначити зони підвищених навантажень і локального тиску на тіло як у статичних, так і в динамічних умовах [1].

У сукупності зазначені фактори формують вимоги до об'ємно-просторового та конструктивного вирішення льотного одягу і складових комплексу, забезпечуючи

його ергономічність, відсутність надмірного тиску на окремі ділянки тіла, збереження доступу до систем керування та інтеграцію з системами життєзабезпечення.

Виявлені чинники доцільно систематизувати за такими групами:

- **експлуатаційні** (умови польоту, температурні та барометричні впливи, обмеженість простору кабіни);
- **антропометричні та ергономічні** (поза, рухи, тривалість навантажень, взаємодія з обладнанням);
- **захисні** (вплив небезпечних і шкідливих факторів, необхідність термо-, вогне- та механічного захисту);
- **конструктивно-технологічні** (особливості матеріалів, вузлів, способів з'єднання);
- **композиційно-естетичні** (цілісність образу, візуальна ідентифікація, узгодженість елементів комплексу).

Така систематизація створює підґрунтя для формування цілісного підходу до дизайн-проєктування захисного комплексу льотчика як інтегрованої системи.

На основі проведеної систематизації доцільно представити узагальнену концептуальну модель системного підходу

до дизайн-розробки захисного комплексу льотчика військової авіації, що відображає взаємозв'язки між ключовими чинниками та проектними рішеннями (рис. 2).

Запропонована модель дозволяє розглядати процес дизайн-розробки не як лінійну послідовність рішень, а як багатовимірну систему взаємопов'язаних факторів, що забезпечує підвищення ефективності, узгодженості та адаптивності захисного комплексу до умов експлуатації.

При проектуванні військового одягу для льотчиків важливим етапом є виявлення та аналіз небезпечних і шкідливих факторів із подальшим визначенням зон їхнього впливу на окремі ділянки виробів комплексу, що слугує основою для формування обґрунтованих вимог до конструкції та

властивостей одягу. Умови професійної діяльності льотчиків характеризуються дією фізичних, хімічних, біологічних і психофізіологічних факторів, які відрізняються змінною інтенсивністю, тривалістю впливу та можливістю комплексної взаємодії [1].

До найбільш поширених належать коливання атмосферного тиску, значні перевантаження, інтенсивний шум, вібрації, вплив продуктів згоряння палива, несприятливі мікрокліматичні умови (зміни температури, вологості та тиску), світлові перевантаження (відблиски, пульсація світла), ультразвукові коливання, електромагнітні поля, радіаційне випромінювання, а також підвищений ризик пожеж тощо.

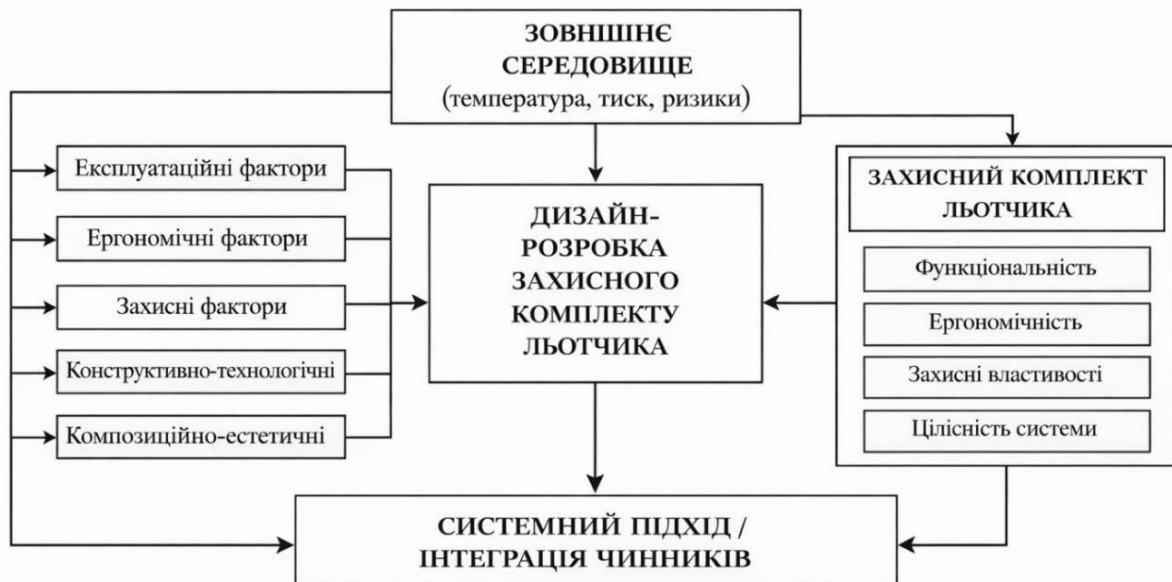


Рис. 2. Системна модель дизайн-розробки захисного комплексу для льотчика військової авіації

Зональний аналіз дозволяє визначити ділянки одягу, що зазнають найбільшого навантаження (тертя, стирання, розтягнення, забруднення, впливу вологи та світлопогоди) [1], і на цій основі раціоналізувати конструктивні та технологічні рішення шляхом удосконалення деталей виробів, обґрунтованого вибору їх параметрів та розміщення, а також диференційованого підбору матеріалів, посилення окремих зон, раціонального розміщення швів і функціональних елементів.

Професійно-службова діяльність льотчика військової авіації характеризується високим рівнем психоемоційної напруженості та потребує спеціальної підготовки, спрямованої на формування психічної стійкості, витривалості й готовності до прийняття виважених рішень у складних і небезпечних умовах, що відзначаються динамічністю обстановки та підвищеною відповідальністю [1, 27]. Окрім цього, діяльність льотчика супроводжується комплексним нервово-психічним навантаженням, що зумовлене інтелектуальною, сенсорною та емоційною

напругою, особливостями режиму служби, монотонністю окремих операцій, а також перенапруженням функціональних систем організму. Характерною ознакою такого навантаження є його тривала та комбінована дія, що формується під впливом сукупності різнорідних чинників.

Важливу роль у професійній діяльності льотчика відіграє зоровий аналізатор, через який надходить основний обсяг інформації. Це обумовлено необхідністю безперервного контролю показників приладів кабіни та одночасного спостереження за зовнішнім простором. За складних метеорологічних умов можливе виникнення зорових ілюзій, що здатні призводити до спотворення сприйняття просторових орієнтирів і втрати орієнтації [1]. Застосування сучасних шоломів із системами доповненої реальності значно розширює можливості управління літальним апаратом і підвищує ефективність контролю параметрів польоту. Водночас такі технології збільшують навантаження на зорову систему, що може спричинити швидку втомлюваність, зниження концентрації уваги та потребує врахування цих факторів при проектуванні складових елементів екіпірування.

Важливою складовою підходу є врахування положень авіаційної медицини, яка охоплює фізіологічні можливості людини, а також наслідки впливу небезпечних і шкідливих чинників, зокрема професійні захворювання та травматизм. Діяльність льотчика супроводжується значними емоційними й інтелектуальними навантаженнями, зумовленими напруженням режимом служби, складністю керування літальним апаратом, необхідністю просторової орієнтації та оперативної обробки великого обсягу інформації [27].

Постійне перетворення приладових даних у просторові уявлення, а також поєднання сенсорних і аналітичних процесів висувають високі вимоги до швидкості реакції, уваги, координації рухів і психоемоційної стійкості льотчика. Аналіз професійних ризиків і травм відіграє важливу роль у розвитку дизайну захисного комплексу, орієнтованого на забезпечення максимальної безпеки та збереження працездатності військовослужбовця.

Формування теоретико-методологічного підходу передбачає також урахування характеристик авіаційної техніки, зокрема її тактико-технічних параметрів, функціональних можливостей і умов експлуатації, які безпосередньо впливають на вимоги до захисного комплексу льотчика. Сучасні літальні апарати функціонують як інтегровані системи, що поєднують електронні та цифрові технології, забезпечуючи керування та контроль польоту. Важливим чинником є й мікроклімат кабіни, який регулюється та підтримується на оптимальному рівні навіть за екстремальних зовнішніх умов [1]. Сукупність цих факторів визначає склад і структуру захисного комплексу, обумовлюючи вибір його елементів залежно від сезонних і кліматичних умов, типу літального апарата та специфіки виконуваних завдань, а також впливає на композиційно-конструктивну організацію і параметри окремих складових виробів.

До складу екіпірування військового льотчика входить обмундирування, яке охоплює білизняні вироби та засоби захисту голови, рук, ніг, органів дихання, зору й слуху, а також спеціальне спорядження, зокрема висотні, протиперевантажувальні, водозахисні, рятувально-підвісні та розвантажувальні системи [1]. Важливою вимогою є узгодженість і взаємосумісність усіх елементів комплексу, що забезпечує ефективний захист льотчика, коректну взаємодію з обладнанням кабіни, а також підтримання необхідних умов життєдіяльності й працездатності під час виконання завдань у повітрі та на землі. Це особливо актуально в аварійних ситуаціях, зокрема під час вимушеного покидання літального апарата.

Запропонований системний теоретико-методологічний підхід до дизайн-розробки захисного комплексу військового льотчика ґрунтується на комплексному дослідженні технічного оснащення та тактико-технічних характеристик різновидів літаків, авіоніки й бортового обладнання, а також на аналізі медичного забезпечення польотів, фізіологічних можливостей організму та особливостей функціонування його систем. Важливими складовими є вивчення властивостей

текстильних та інших матеріалів, включаючи їх художньо-колористичні характеристики, дослідження умов і специфіки професійної діяльності, впливу небезпечних і шкідливих чинників та формування відповідних вимог до виробів. Підхід також передбачає системний аналіз структури захисного комплексу, умов його комплектування, композиційно-конструктивних і технологічних рішень, а також забезпечення взаємосумісності всіх складових. Це дає змогу узагальнити вимоги до виробів і комплексу в цілому, обґрунтувати їх характеристики та забезпечити узгодженість елементів екіпірування з технічними засобами на етапі дизайн-проекування.

Таким чином, проведений аналіз забезпечує можливість переходу від розгляду окремих чинників до їх системного узагальнення та інтеграції в єдиний теоретико-методологічний підхід, який слугує основою для комплексної дизайн-розробки захисного комплексу льотчика військової авіації, враховуючи взаємозв'язки між експлуатаційними, ергономічними, конструктивно-технологічними та функціональними аспектами.

Висновки. У результаті проведеного дослідження сформовано системний комплексний теоретико-методологічний підхід до дизайн-розробки захисного комплексу військового льотчика, який ґрунтується на узагальненні взаємодії елементів системи «зовнішнє середовище – військовий льотчик – дизайн захисного комплексу». Запропонований підхід забезпечує розгляд процесу проектування військового одягу в контексті історичних, соціокультурних, економічних і технологічних трансформацій, що впливали на формування багатокomпонентної структури захисного екіпірування.

Встановлено, що визначальними структурними складовими підходу є аналіз

характеристик військових літальних апаратів та їх бортових систем, дослідження текстильних і допоміжних матеріалів, урахування медико-фізіологічних аспектів, вивчення особливостей професійної служби льотчика, а також систематизація даних щодо впливу небезпечних і шкідливих чинників та ергономічних вимог до складових комплексу.

Отримані результати створюють підґрунтя для формування художньо-композиційних і конструктивних рішень, визначення умов комплектування та забезпечення взаємосумісності елементів екіпірування з метою підвищення ефективності захисту та цілісності образу військового льотчика. Запропонований підхід також дає змогу обґрунтувати вимоги до структури комплексу та характеристик його складових на етапі дизайн-розробки, що актуалізує подальші дослідження у напрямі удосконалення композиційно-конструктивної організації захисного одягу військового призначення.

Запропонований підхід базується на інтеграції експлуатаційних, ергономічних, захисних, конструктивно-технологічних та композиційно-естетичних чинників у межах єдиної проектної системи; може бути використаний як методична основа для подальших наукових досліджень і практичної розробки сучасного захисного екіпірування. Новостворена системна модель створює передумови для розгляду захисного комплексу не як сукупність окремих виробів, а як цілісної функціонально та композиційно узгодженої системи, яка формує основу для подальшого розвитку методів адаптивного та інтегрованого проектування спеціального одягу військового призначення.

Література

1. Мамченко Я.О. Дизайн військового одягу для льотчиків: еволюція, типології, проектні практики: дис. ... д-ра філософії: 022 Дизайн. Київ, 2025. 390 с.
2. The Air Force Research Laboratory. URL: <https://www.afrl.af.mil/> (accessed: 16.05.2023).

References

1. Mamchenko, Ya. O. (2025). *Dyzain viiskovoho odiahu dlia lotchiv: evoliutsiia, typolohii, proiektni praktyky* [Design of military clothing for pilots: evolution, typologies, and design practices]: PhD dissertation (022 Design). Kyiv, 390 p. [in Ukrainian].
2. The Air Force Research Laboratory (2023). Available at: <https://www.afrl.af.mil/> (accessed: 16.05.2023) [in English].

3. Evaluation of Nomex Flight Suits and Undergarments. Technical Report AFRL-RX-TP-2017-01316. U.S. Air Force Research Laboratory, 2017.

4. Army Research Institute of Environmental Medicine (USARIEM). URL: <https://usariem.health.mil/> (accessed: 17.07.2024).

5. Evaluation of Cold Weather Clothing Systems. Technical Report T19-3. U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine, 2019.

6. Keiser J. R. Evaluation of Protective Clothing for Cold Weather Flying Operations. USAF Technical Report USAFSAM-TR-09-03. 2009.

7. Sinclair P.R., Fraser J.F. Evaluation of Aircrew Clothing and Equipment for High Altitude Operations. Defence Research and Development Canada Technical Report DRDC Toronto CR 2003-085. 2003.

8. Рудковський О. М., Федоренко В. В., Черненко А. Д., Оборнев С. І. Проблеми розвитку бойового екіпірування солдата як єдиного комплексу для Збройних Сил України. *Збірник наукових праць Військової академії*. Одеса: ВА, 2016. Вип. № 2 (6). С. 50–59.

9. Ключніков І. М., Єрилкін А. Г., Марченко О. М. Тенденції удосконалення екіпіровки військового льотчика. *Наука і техніка Повітряних Сил ЗСУ*. 2017. № 1 (26). С. 27–29.

10. Дурач В. М., Ніколайчук Л. Г. Напрями удосконалення спецодягу для військовослужбовців ЗСУ як підвищення їх безпеки. *Формування та перспективи розвитку підприємницьких структур в рамках інтеграції до європейського простору: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 24 березня 2021 р.* Полтава: Полтавський державний аграрний університет, 2021. С. 100–102.

11. Jeon E.-J., Jeong Rim J., Kim H.-E., Park S., You H.-Ch. An ergonomic design of flight suit pattern according to wearing characteristics. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. 2011. Vol. 55, Iss. 1. P. 1316–1320. DOI: <https://doi.org/10.1177/1071181311551460>.

12. Gupta D. Design and engineering of functional clothing. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 2011. Vol. 36, No. 4. P. 327–335.

13. Schmidt A., Paul R., Classen E., Morlock S., Beringer J. Comfort testing and fit analysis of military textiles. *Performance Testing of Textiles*. 2016. P. 25–37. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100570-5.00003-7>.

14. Carr D. J., Wilson C. A., Laing R. M. Anthropometric methods for the successful design of military clothing and equipment. *Advances in Military Textiles and Personal Equipment*. Cambridge, 2012. P. 49–63. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857095572.1.49>.

15. Huck J., Maganga O., Kim Y. Protective overalls: Evaluating garment design and fit. *International Journal of Clothing Science and Technology*. 1997. Vol. 9, Iss. 1. P. 45–61.

3. Evaluation of Nomex Flight Suits and Undergarments (2017). Technical Report AFRL-RX-TP-2017-01316. U.S. Air Force Research Laboratory. [in English].

4. Army Research Institute of Environmental Medicine (USARIEM) (2024). Available at: <https://usariem.health.mil/> (accessed: 17.07.2024). [in English].

5. Evaluation of Cold Weather Clothing Systems (2019). Technical Report T19-3. U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine [in English].

6. Keiser, J. R. (2009). Evaluation of Protective Clothing for Cold Weather Flying Operations. USAF Technical Report USAFSAM-TR-09-03. [in English].

7. Sinclair, P. R., & Fraser, J. F. (2003). Evaluation of Aircrew Clothing and Equipment for High Altitude Operations. Defence Research and Development Canada Technical Report DRDC Toronto CR 2003-085. [in English].

8. Rudkovskiy, O. M., Fedorenko, V. V., Chernenko, A. D., & Oborniev, S. I. (2016). Problemy rozvytku boiovoho ekipiruvannya soldata yak yedynoho kompletu dlia Zbroinykh Syl Ukrainy [Problems of development of soldier combat equipment as an integrated system for the Armed Forces of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Viiskovoi akademii*, 2(6), 50–59 [in Ukrainian].

9. Kliushnikov, I. M., Yerylkin, A. H., & Marchenko, O. M. (2017). Tendentsii udoskonalennia ekipirovky viiskovoho lotchyka [Trends in improving military pilot equipment]. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl ZSU*, 1(26), 27–29 [in Ukrainian].

10. Durach, V. M., & Nikolaichuk, L. H. (2021). Napriamy udoskonalennia spetsodiyahu dlia viiskovosluzhbovtziv ZSU yak pidvyshchennia yikh bezpeky [Directions for improving special clothing for Ukrainian military personnel to enhance their safety]. *Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference "Formation and Prospects of Development of Entrepreneurial Structures in the Context of European Integration"*, Poltava, March 24, 2021 (pp. 100–102). Poltava: Poltava State Agrarian University [in Ukrainian].

11. Jeon, E.-J., Jeong Rim, J., Kim, H.-E., Park, S., & You, H.-Ch. (2011). An ergonomic design of flight suit pattern according to wearing characteristics. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 55(1), 1316–1320. DOI: <https://doi.org/10.1177/1071181311551460> [in English].

12. Gupta, D. (2011). Design and engineering of functional clothing. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 36(4), 327–335 [in English].

13. Schmidt, A., Paul, R., Classen, E., Morlock, S., & Beringer, J. (2016). Comfort testing and fit analysis of military textiles. In: *Performance Testing of Textiles*, 25–37. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100570-5.00003-7> [in English].

14. Carr, D. J., Wilson, C. A., & Laing, R. M. (2012). Anthropometric methods for the successful design of military clothing and equipment. In: *Advances in Military Textiles and Personal Equipment*, 49–63. Cambridge. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857095572.1.49> [in English].

15. Huck, J., Maganga, O., & Kim, Y. (1997). Protective overalls: Evaluating garment design and fit. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 9(1), 45–61 [in English].

16. Morris K. D., Ashdown S. P. Partnerships in practice: Producing new design knowledge with users when developing performance apparel products. *Fashion Practice*. 2018. Vol. 10, Iss. 3. P. 328–353. DOI: <https://doi.org/10.1080/17569370.2018.1507149>.
17. Bragança S., Carvalho M., Arezes P.M., Ashdown S. P. Work-wear pattern design to accommodate different working postures. *International Journal of Clothing Science and Technology*. 2017. Vol. 29, No. 3. P. 294–313. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJCST-05-2016-0063>.
18. Kolosnichenko O. V., Ostapenko N. V., Struminska T. V., Barabash M. Yu., Leonov D. S., Skliarenko N. V., Lutsker T. V., Remenieva T. V., Oliinyk H. M., Navolska L. V., Kolosnichenko M. V. Peculiarities of nanostructured fabrics for operation under thermal impact. *Nanosistemi, nanomateriali, nanotehnologii*. 2024. Vol. 22, No. 4. P. 1001–1015. DOI: <https://doi.org/10.15407/nnn.22.04.1001>.
19. Блюм Я. Б., Пірко Я. В., Круподьорова Т. А., Даниленко І. А., Ємець А. І., Власенко В. І., Березненко С. М., Кучеренко В. І., Арабулі С. І., Смертенко П. С., Наумов В. В. Патент України № 141094 Спосіб одержання текстильного матеріалу з наночастинками срібла. Опубл. 25.03.2020. Бюл. № 6/2020. Заявка № u 2019 08291 від 16.07.2019.
20. Arabuli S., Arabuli A., Kyzymchuk O., Tunakova V., Bajzik V. et al. Shielding properties of hybrid knitted fabrics: reflection and absorption. *Journal of Industrial Textiles*. 2025. Vol. 55. DOI: <https://doi.org/10.1177/15280837241313351>.
21. Aileni R. M., Chiriac L. Composed techniques for obtaining of the 3D hybrid composites for attenuation of electromagnetic field. *TEXTEH Proceedings*. 2019. P. 208–211.
22. Ehrmann G., Ehrmann A. Electronic textiles. *Encyclopedia*. 2021. Vol. 1, Iss. 1. P. 115–130. DOI: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia1010013>.
23. Angelucci A., Cavicchioli M., Cintorrino I.A., Lauricella G., Rossi C., Strati S., Aliverti A. Smart textiles and sensorized garments for physiological monitoring: A review. *Sensors*. 2021. Vol. 21, Iss. 3. Article 814. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21030814>.
24. Blachowicz T. et al. Textile-based sensors for biosignal detection and monitoring. *Sensors*. 2021. Vol. 21, No. 18. Art. 6042. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21186042>.
25. Qiu Q., Chen S., Li Y., Yang Y., Zhang H., Quan Z., Qin X., Wang R., Yu J. Functional nanofibers embedded into textiles for durable antibacterial properties. *Chemical Engineering Journal*. 2020. Vol. 384. Article 123241.
26. Raji R.K., Luo Q., Liu H. Ergonomics in fashion engineering and design: Pertinent issues. *Work*. 2021. Vol. 68, Iss. 1. P. 87–96. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-203274>.
27. Gradwell D., Wilkinson E. *Ernsting's aviation and space medicine*. Boca Raton: CRC Press, 2021. 904 p.
16. Morris, K. D., Ashdown, S. P. (2018). Partnerships in practice: Producing new design knowledge with users when developing performance apparel products. *Fashion Practice*, 10(3), 328–353. DOI: <https://doi.org/10.1080/17569370.2018.1507149> [in English].
17. Bragança, S., Carvalho, M., Arezes, P. M., & Ashdown, S. P. (2017). Work-wear pattern design to accommodate different working postures. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 29(3), 294–313. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJCST-05-2016-0063> [in English].
18. Kolosnichenko, O. V., Ostapenko, N. V., Struminska, T. V., Barabash, M. Yu., Leonov, D. S., Skliarenko, N. V., Lutsker, T. V., Remenieva, T. V., Oliinyk, H. M., Navolska, L. V., & Kolosnichenko, M. V. (2024). Peculiarities of nanostructured fabrics for operation under thermal impact. *Nanosistemi, nanomateriali, nanotehnologii*, 22(4), 1001–1015. DOI: <https://doi.org/10.15407/nnn.22.04.1001> [in English].
19. Blium, Ya. B., Pirko, Ya. V., Krupodorova, T. A., Danylenko, I. A., Yemets, A. I., Vlasenko, V. I., Berезненко, S. M., Kucherenko, V. I., Arabuli, S. I., Smertenko, P. S., & Naumov, V. V. (2020). Ukraine patent no. 141094. *Sposib oderzhannia tekstylnoho materialu z nanochastynkamy sribla* [Method for producing a textile material with silver nanoparticles]. Published March 25, 2020 [in Ukrainian].
20. Arabuli, S., Arabuli, A., Kyzymchuk, O., Tunakova, V., Bajzik, V. et al. (2025). Shielding properties of hybrid knitted fabrics: reflection and absorption. *Journal of Industrial Textiles*, (55). DOI: <https://doi.org/10.1177/15280837241313351> [in English].
21. Aileni, R. M., & Chiriac, L. (2019). Composed techniques for obtaining of the 3D hybrid composites for attenuation of electromagnetic field. *TEXTEH Proceedings* (pp. 208–211) [in English].
22. Ehrmann, G., & Ehrmann, A. (2021). Electronic textiles. *Encyclopedia*, 1(1), 115–130. DOI: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia1010013> [in English].
23. Angelucci, A., Cavicchioli, M., Cintorrino, I. A. et al. (2021). Smart textiles and sensorized garments for physiological monitoring: A review. *Sensors*, 21(3), 814. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21030814> [in English].
24. Blachowicz, T. et al. (2021). Textile-based sensors for biosignal detection and monitoring. *Sensors*, 21(18), 6042. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21186042> [in English].
25. Qiu, Q., Chen, S., Li, Y. et al. (2020). Functional nanofibers embedded into textiles for durable antibacterial properties. *Chemical Engineering Journal*, 384, 123241 [in English].
26. Raji, R. K., Luo, Q., & Liu, H. (2021). Ergonomics in fashion engineering and design: Pertinent issues. *Work*, 68(1), 87–96. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-203274> [in English].
27. Gradwell, D., Wilkinson, E. (2021). *Ernsting's aviation and space medicine*. Boca Raton: CRC Press. 904 p. [in English].