

DOI: 10.18372/2415-8151.25.16794
УДК 331.101.1:72.012(075.8)

КОМПЛЕКСИ БЕЗПІЛОТНИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН: ЕРГОДИЗАЙНЕРСЬКІ ПОКАЗНИКИ

**Рубцов Анатолій Львович¹, Свірко Володимир Олександрович²
Остроумов Іван Вікторович³**

¹ Старший науковий співробітник, Український НДІ дизайну та ергономіки Національного авіаційного університету, Київ, Україна, e-mail: ndi-design@ukr.net
orcid: 0000-0002-7992-8236

² Кандидат психологічних наук, директор Український НДІ дизайну та ергономіки Національного авіаційного університету, Київ, Україна,
e-mail: ndi-design@ukr.net, orcid: 0000-0002-6482-6827

³ Доктор технічних наук, професор, професор кафедри АНС, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: ostroumov@ukr.net
orcid: 0000-0003-2510-9312

Анотація: на основі аналізу сучасного стану та напрямків розвитку різноманітних безпілотних авіаційних систем, а також багаторічних досліджень авторів в галузі ергодизайну подібних систем у статті розглянуті та обґрунтовані питання розроблення системи уніфікованих ергодизайнерських показників основних складників комплексів безпілотних повітряних суден (КБПС). Стаття присвячена розгляду проблеми формування заходів з підвищення ефективності, безпечності та комфортності експлуатації КБПС, базованому на цільовому застосуванні ергодизайнерських принципів і вимог до проектування та експлуатації безпілотних повітряних суден, а також розроблення системи ергодизайнерських показників і методик їхнього оцінювання під час проектування, експлуатації та створення нових зразків КБПС.

Публікація базується на доведеній і обґрунтованій авторами у ряді робіт необхідності врахування факту того, що нові зразки КБПС повинні створюватись за функційним принципом проектування процесів, а не виробів. Адже суб'єктивним критерієм якості КБПС з позицій ергодизайну є відчуття у операторів функційного комфорту, коли складники технічної структури сприймаються як комплекс функційних і предметно-просторових засобів, що створюють комфортні і безпечні умови діяльності персоналу, а у складі КБПС є ефективні технічні засоби для здійснення цієї діяльності. Отже, авторами запропоновано такий підхід до створення КБПС, за якого ергодизайн розглядається не лише як прогресивна методологія створення та виробництва високоякісної наукомісткої продукції, а насамперед як науково-проектна діяльність, відмінна від традиційного проектування виробів. У широкому розумінні мета такого підходу полягає у забезпеченні ефективності КБПС у всіх сферах застосування, що досягається шляхом синергії на різних

етапах життєвого циклу КБПС насамперед таких показників, як ефективність, безпечність та комфортність. Перший крок у цьому напрямку — визначення і обґрунтування переліку ергодизайнерських показників якості основних складників КБПС. Тому ціль публікації у її широкому розумінні — є дослідження ролі людського чинника у створенні та експлуатації КБПС і розроблення системи уніфікованих ергодизайнерських показників їхнього оцінювання.

Ключові слова: комплекси безпілотних повітряних суден; ергодизайнерські показники якості, ергодизайнерські вимоги до основних складників КБПС; ергодизайнерські принципи та методи проектування та експлуатації КБПС; психофізіологічні вимоги.

ВСТУП

Безпілотна авіація стрімко розвивається і у своєму розвитку вже дійшла до експлуатації зразків, порівняних за тактико-технічними можливостями із кращими зразками звичайних повітряних суден, а у чомусь й перевершує їх – наприклад, за можливостями використання роїв БПС, чому не існує ніяких аналогів у звичайній авіації. Цей вид авіаційних систем акумулював у своєму розвитку усі надбання пілотованої авіації і дуже швидко прогресує, зокрема і в асиміляції результатів досліджень з ергодизайну. Тому, на думку авторів, доцільно розглядати питання ергодизайну авіаційних систем на прикладі проектування й експлуатації цього найбільш перспективного їх виду. Стаття є продовженням публікації результатів досліджень авторів з цієї тематики [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7;10].

МЕТА

Формування системи уніфікованих ергодизайнерських показників (вимог) основних складників КБПС.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Система ергодизайнерських показників (СЕП) основних складників КБПС, на погляд авторів, повинна мати щонайменше такі компоненти:

- визначені цілі, завдання та сферу застосування СЕП;
- встановлену структуру основних складників КБПС;
- застандартизовану систему уніфікованих ергодизайнерських показників (СУЕП);
- визначені принципи та методи застосування СЕП.

Охарактеризуємо кожен з цих пунктів.

Ціллю СЕП має бути оптимізація ергодизайнерських показників якості КБПС та основних складників КБПС під час їхнього про-

ектування та експлуатації на ґрунті виконання ергодизайнерського оцінювання (експертизи) показників якості на кожному з етапів проектування та експлуатації комплексу в цілому або його складника для підтвердження відповідності цих показників визначеним вимогам. Саме ці показники (чи вимоги — на етапах розроблення технічного завдання і проектування) визначають реальні можливості експлуатації виробу та його якість після реалізації проекту.

Основними завданнями, що впливають із зазначеної цілі, є розроблення необхідних принципів і методів виконання цілі створення СЕП. Зазначимо, що велика частина потрібних робіт вже виконана в ході попередніх досліджень і викладена в [2, 4].

Сферою застосування СЕП є роботи з виконання ергодизайнерського оцінювання показників якості КБПС та авіаційних систем (АС) під час їхнього проектування, експлуатації, верифікації та валідації. До основних складників КБПС відносять:

- БПС — безпілотне повітряне судно (одне чи кілька);
- НСК — наземну станцію керування;
- ПП — пристрій посадки;
- СП — стартовий пристрій;
- АПП — антенно-поворотний пристрій.

У разі, якщо об'єктом ергодизайнерського оцінювання (експертизи) є АС, треба розглядати оператора як складник загальної системи та оцінювати відповідні психофізіологічні показники.

Система уніфікованих ергодизайнерських показників (СУЕП) має бути за стандартизована, і ці роботи вже проводяться.

Впровадження такої системи дозволить автоматизувати й об'єктивізувати виконання та обчислення результатів ергодизайнерської експертизи як під час проектування АС, так і під час експертизи експлуатованої авіаційної техніки.

До основних принципів застосування СЕП можна віднести вивчення питань людського чинника та використання людиноцентричного підходу до ергономічного проектування КБПС.

Що стосується принципу вивчення питань людського чинника, то, наприклад, наземна станція керування КБПС подібна за своїм призначенням та конструктивними рішеннями кабіні пілота звичайного літака. Функції зльоту та посадки, підтримання курсу, передавання та отримання даних від НСК, уникнення зіткнення з іншими об'єктами, витримка оптимальних профілів зниження та інші контролюються дистанційним пілотом навіть у разі застосування автоматики. Він реагує на вказівки органу управління повітряним рухом, підтримує радіозв'язок або зв'язок по лінії передавання даних та несе безпосередню відповідальність за політ БПС на всьому його протягу. Помилки дистанційних пілотів також можуть призвести до значних матеріальних втрат або людських жертв у разі зіткнення з іншим повітряним судном або падінням на землю. Тобто дистанційний пілот є центральною ланкою в КБПС, і його взаємодія з іншими компонентами системи визначає її загальний рівень безпеки. Це відповідає стратегії Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) щодо вивчення питань людського чинника та людиноцентричному підходу до ергономічного проектування КБПС. Тому урахування вимог документів ІКАО та інших міжнародних нормативних документів, що стосуються ЛЧ, — це ще один з основних принципів застосування СЕП.

До можливих найефективніших методів застосування СЕП можна віднести використання нормативно-правової бази для сертифікації БПС, що, на жаль, незважаючи на значні докладені зусилля, комплексно не вирішено ніде в світі. Між тим, авторський колектив протягом кількох років послідовно вирішує саме цю проблему з проблематики ергодизайну. Наукову сутність послідовності виконаних досліджень з цієї тематики, а саме: «Принципи і вимоги ергодизайну до комплексів безпілотних повітряних суден та їх унормування» [3], «Розробка методів та процедур дизайн-ергономічного оцінювання експлуатаційних характеристик комплексів безпілотних повітряних суден» [4], «Ергодизайн перспективних авіаційних комплексів» [5], — найкращим чином виражає ідея нерозривності та розвитку їхніх цілей, яку у спрощеному вигляді репрезентує такий логічний ланцюжок: розроблення принципів і вимог до об'єкта дослідження (на ґрунті аналізування

та нормування характеристик) → розроблення методів оцінювання та сертифікації об'єкта → формування методології вивчення перетворень об'єкта та розроблення принципів її реалізації за певних умов контролювання цих перетворень → реалізація і коригування всієї послідовності робіт в процесі створення перспективного об'єкта.

Разом з тим авторський колектив із залученням провідних вітчизняних фахівців протягом багатьох років виконує розроблення унікальної дизайн-ергономічної нормативної бази, яка налічує вже кілька десятків національних стандартів, інших нормативних документів у цій сфері, гармонізованих з міжнародними та європейськими стандартами. Всі ці зусилля мають бути реалізовані для вирішення зазначеної вище проблеми створення нормативно-правової бази для ергодизайнерської сертифікації КБПС.

Справді, сертифікація є остаточним свідком того, що зусилля (часто багаторічні та коштовні) проектувальників і виробників увінчалися успіхом, про що й свідчить сертифікат, саме у якому визначено, що якість продукції відповідає встановленим вимогам конкретного стандарту чи іншого нормативного документу, визначеного чинним законодавством (згідно з Законом України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності»). На сьогодні єдиним документом, в якому систематизовано всі ергодизайнерські вимоги до різних складників КБПС, є СУЕП. Перелік доказових документів під час проектування методів визначення відповідності до ергодизайнерської програми сертифікації та сертифікаційного базису може налічувати сотні одиниць. Ось чому для вдалого проведення сертифікації як одного з ефективніших напрямків контролювання ергодизайнерських показників якості потрібно знати основні з вимог, які встановлено у відповідних нормативних документах, та застосовувати їх на практиці.

Для остаточного встановлення системи ергодизайнерських вимог і показників основних складників КБПС потрібно впорядкувати, скоригувати та уніфікувати показники якості основних складників КБПС, тобто привести їх до виду, застосованому у розроблених авторами і чинних ДСТУ 3963 [8] та ДСТУ 4055 [9].

Зазначимо основні кроки створення СУЕП:

– встановлення розгорнутих номенклатур ергодизайнерських вимог (на етапах розроблення технічного завдання і проектування) і показників (під час експлуатації) КБПС;

– встановлення розгорнутої номенклатури ергодизайнерських показників якості складників КБПС;

– розроблення СУЕП КБПС [4].

Всі кроки, охоплюючи «розроблення СУЕП КБПС», вже опрацьовані авторами під

час проведення вказаних вище досліджень з цієї тематики, але розробки останніх років доводять, що для виконання останнього кроку потрібно до складу СУЕП КБПС додати також психофізіологічні показники, номенклатура яких визначена та наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

Номенклатура психофізіологічних показників (вимог) щодо урахування людського чинника під час проектування та експлуатації КБПС

Складник КБПС*	Група показників	Комплексний показник 1-го рівня	
		Комплексний показник 2-го рівня	Одиночний показник
(БПС, НСК, СП, ПП, АПП)	Психофізіологічні показники	Відповідність фізичним характеристикам оператора	
		Антропометричні дані	
		Характеристики слухової системи	Налаштування рівня звуку систем зв'язку у фізіологічних межах сприйняття людиною. Розташування динаміків з урахуванням напрямку розповсюдження звукових хвиль. Застосування засобів зниження шуму та вібрації. Рівень звукового сигналу у приладах попередження небезпек.
		Характеристики зорової системи	Відповідність розмірів шкал, позначень, шрифтів гостроті зору людини. Відповідність відображення інформації (швидкість руху об'єктів, яскравість, контрастність) можливостям зору людини. Застосування нейтральних кольорів для оформлення робочого простору, приладних дощок та обладнання. Застосування визначених кольорів для різних типів знаків безпеки. Урахування меж поля зору під час розрішення приладів, обладнання, знаків безпеки. Розташування ламп аварійної сигналізації в полі зору людини.
		Нюхова чутливість	Відсутність на робочому місці сторонніх запахів.
		Відповідність фізичним характеристикам оператора	
		Антропометричні дані	
		Тактильна чутливість	Форма та поверхня засобів керування. Якість поверхонь, яких торкається людина (приладні дошки, меблі) повинна відповідати дотиковим характеристикам людини.
		Сила та швидкість рухових реакцій	Відповідність налаштування органів керування силі та швидкості рухових реакцій людини.
		Енергетичний рівень	Відповідність робочих енергетичних затрат можливостям людини.
		Відповідність фізіологічним характеристикам людини	
		Загальний рівень здоров'я	Відсутність на робочих місцях впливу шкідливих та небезпечних чинників виробничого середовища, що можуть призвести до нещасних випадків з людьми, спричинити тимчасову або повну втрату працездатності, виникнення гострих або хронічних професійних захворювань. Засоби індивідуального захисту.

* Нагадаємо до основних складників КБПС відносяться насамперед БПС- безпілотне повітряне судно; НСК – наземна станція керування; СП – стартовий пристрій; ПП – пристрій посадки; АПП – антенно-поворотний пристрій

Продовження табл.1

Складник КБПС	Група показників	Комплексний показник 1-го рівня	
		Комплексний показник 2-го рівня	Одиночний показник
		Відповідність фізіологічним характеристикам людини	
		Розвиток втоми	Наявність місць відпочинку.
		Харчування	Наявність місць прийому їжі.
		Відповідність психологічним характеристикам людини	
		Увага	Урахування об'єму, концентрації, переключення, розподілення уваги в засобах подачі інформації.
		Пам'ять	Кількість елементів, які одночасно використовуються, або сигналів які одночасно обробляються.
		Мислення	Достатність візуальної та приладної інформації для об'єктивної оцінки ситуації. Наявність дублюючих приладів для перевірки гіпотези можливого розвитку ситуації.
		Сприйняття та аналіз інформації	Розташування приладів, які мають більш значущу інформацію в полі зору людини. Адекватність приладної інформації. Достатність приладної інформації. Робота в режимі очікування. Відповідність набору програм можливості вибору та зміни способу дії. Наявність ефективного зворотного зв'язку. Можливість виправлення помилок. Ціна помилкової дії.
		Психомоторика	Стереотипність дій. Одночасність виконання декількох завдань. Робота в режимі очікування.
		Мотивація	Зниження мотивації внаслідок монотонії або втоми. Підвищення мотивації при зацікавленості в процесі і результаті роботи.
		Навички	Характеристики обладнання повинні бути такими, щоб швидко сформувані та закріплені навички.
		Відповідність психосоціальним характеристикам людини	
		Групова взаємодія	Характеристики конструкції машини та організації робочих місць характеру та ступеню групової взаємодії. Ступень опосередкування міжособистісних відносин вмісту сумісної діяльності з керування машиною.
		Відповідність можливостям та обмеженням людини	
		Алгоритми діяльності	Послідовність та тривалість окремих видів роботи, робочих операцій. Робота в автоматичному режимі Робота в автоматизованому режимі.
		Професійне навчання	Стандартизація робочого місця (однаковість розмірів меблів, приладних дощок, розміщення приладів). Організація робочого місця та обладнання забезпечує швидке вироблення та переробку навичок.

Продовження табл. 1

Складник КБПС	Група показників	Комплексний показник 1-го рівня	
		Комплексний показник 2-го рівня	Одиночний показник
		Відповідність можливостям та обмеженням людини	
		Вид навантаження	Фізичне. Сенсорне. Розумове. Змішане.
		Розміщення робочих місць	Структура робочого простору. Об'єм простору. Достатність місця для тіла людини в робочому просторі. Зручність входження на робоче місце.
		Характеристики функційного стану	Емоційний фон. Монотонія. Втома. Стрес. Робота у складних умовах або при дефіциті часу.
		Інформаційна модель	Відповідність кількості, форми, компонування представленої інформації можливостям оператора щодо її сприймання, аналізування та оцінювання Відповідність представленої інформації завданням трудового процесу та виконанню керуючих впливів Обґрунтованість розподілення функцій між оператором та обладнанням з урахуванням психофізіологічних можливостей оператора
		Режим праці та відпочинку	Тривалість робочої зміни. Наявність та тривалість перерв. Робочий графік. Робота в нічний час. Тривалість відпустки. Зміна часових поясів. Відхилення від нормального режиму роботи, понаднормова робота.
		Фізичне навантаження	Динамічне навантаження. Статичне навантаження. Керівні рухи. Рухи задля введення інформації.
		Розумове навантаження	Розумове навантаження внаслідок сприйняття, обробки інформації та прийняття рішень
		Сенсорне навантаження	Сенсорна діяльність з розпізнавання сигналів. Втома аналізаторів (зорового, слухового).
		Операційне навантаження	Темп роботи. Кількість об'єктів спостереження.

Закінчення табл. 1

Складник КБПС	Група показників	Комплексний показник 1-го рівня	
		Комплексний показник 2-го рівня	Одиночний показник
		Безпечність та нешкідливість виробничого середовища	
		Фізичні чинники	Показники мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання). Атмосферний тиск Захисні засоби механічних приладів. Показники штучного та природного освітлення. Рівні шуму та параметри вібрації. Показники електричного струму. Напруженість електромагнітних полів. Запиленість. Рівень радіоактивного впливу. Гравітаційне перевантаження та прискорення.
		Хімічні чинники	Підтримка природного газового складу повітря. Відповідність вмісту шкідливих компонентів у матеріалах та покриттях ГДК.
		Біологічні	Наявність засобів дезінфекції рук та поверхонь. Наявність засобів дезінфекції повітря робочих приміщень.

Оцінювання діяльності обслуговуючого персоналу в такій складній системі, як КБПС, необхідно здійснювати також, базуючись на визначенні впливу зовнішнього та внутрішнього навантаження на ефективність роботи колективу операторів. Особливу увагу потрібно приділяти взаємозв'язкам між їх зовнішнім та внутрішнім навантаженням, враховувати характер внутрішнього навантаження, яке породжує у операторів зовнішнє навантаження, і наслідки, які ці навантаження чинять на ефективність усієї системи як у короткому, так і в тривалому періодах часу.

Контролювання впливу зовнішнього навантаження, проектування змін його інтенсивності або часу його тривання є дієвим способом уникнення негативних коротко- чи довгострокових наслідків для персоналу авіаційних комплексів. Взаємозв'язки між зовнішнім і внутрішнім навантаженням та їхні наслідки повинні враховуватися у відповідних ергономічних показниках під час проектування завдань, щоб уникнути негативного впливу на оператора за допомогою відповідного проектування зовнішнього навантаження.

Ергономічне проектування безпілотних авіаційних систем повинно також бути

спрямовано на оптимізацію робочих навантажень, за можливості нівелюючи їх пікові значення і сприяючи підвищенню функційного комфорту. При цьому засоби ергономічного дизайну потрібно використовувати насамперед для попередження великих навантажень, залучаючи ці засоби з самого початку (регламентуючи їх відповідними показниками), а не застосовувати їх для вирішення проблем після розроблення системи.

Остаточний вигляд СУЕП КБПС, яку, як вже зазначалося, потрібно застандартизувати (проект стандарту розробляється). При цьому необхідно розуміти, що розроблення та державна реєстрація відповідного стандарту не буде означати кінець робіт, що стосуються СЕП, хоча б тому, що й робота над стандартом не закінчується з наданням стандарту статусу чинного. По-перше, сам стандарт потрібно періодично оновлювати, тобто оновлювати номенклатуру ергономічних показників, на якій він ґрунтується. По-друге, з плином часу будуть змінюватися завдання, сфера застосування СЕП і, безумовно, технічна структура КБПС, що має призвести до змін у СУЕП КБПС. Внаслідок цих змін має змінюватися система ергономічних методів оцінювання та визначення відповідності КБПС.

ВИСНОВКИ

Вже ні у кого з дослідників та проєктувальників не виникає сумніву, що під час створення та використання як дуже простих виробів (від стільця до викрутки), так і вкрай складних технічних систем (від атомних станцій до безпілотних авіаційних комплексів), розробники повинні постійно мати на увазі операторів, які будуть користуватися цими виробами, враховувати їх анатомічні, фізіологічні, психологічні та інші параметри та характеристики. Саме тому проблеми оптимального синтезу і синергії окремих елементів складних людино-машинних систем не мають вирішення без застосування принципів і методів ергодизайну.

Зазначений комплекс ергодизайнерських показників дозволить значно підвищити ефективність розробок в галузі безпілотної авіації, пришвидшити освоєння її нових зразків, збільшити надійність експлуатації та оптимізувати умови праці операторів і обслуговуючого персоналу всіх складників КБПС.

Слід відзначити, що ергодизайн завжди досліджував і досліджує непараметричний об'єкт — людину-оператора, насамперед за-

кономірності його поведінки, психофізіології в процесі роботи у складі авіаційних систем. Тому формалізація результатів ергодизайнерських досліджень можлива лише частково і у значній мірі базується на результатах експертного оцінювання.

Необхідно також враховувати, що практичний результат ергодизайнерських досліджень і розробок представляється, як правило, у вигляді вимог, показників і рекомендацій до їх застосування. Зазвичай такі рекомендації мають узагальнений характер і не можуть бути безпосередньо застосовані в конкретних умовах створення нових виробів. Тому доцільна, а в деяких випадках і вкрай необхідна, тісна співпраця розробників, організаторів виробничого процесу зі спеціалістами з ергодизайну.

Перспективи подальших досліджень

Автори сподіваються, що ця та попередні публікації дозволять по новому осмислити суть ергодизайну КБПС та надасть поштовх до початку поглибленого, всебічного діалогу між розробниками авіаційних систем та їхнім обслуговуючим персоналом за безпосередньої участі фахівців з ергодизайну.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Методологія ергодизайнерського оцінювання комплексів безпілотних повітряних суден/ Монографічне видання/А.Л.Рубцов,В.О. Свірко, М.П. Матійчик, В.П. Харченко, Т.Ф. Шмельова — Київ: НАУ, 2021. 219 с.

[2] В. Дружинін, І. Остроумов, А. Рубцов, В. Свірко, Т. Ударцева. Авіаційні системи: ергодизайнерське забезпечення проєктування та експлуатації. Київ: НАУ, 2021. 200 с.

[3] Принципи і вимоги ергодизайну до комплексів безпілотних повітряних суден та їх унормування: звіт з НДР: НАУ, К., 2019. 218 с. № ДР 0118U003370.

[4] Розробка методів та процедур дизайну-ергономічного оцінювання експлуатаційних характеристик комплексів безпілотних повітряних суден: звіт з НДР: НАУ, К., 2021. 242 с. № ДР 0119U100547.

[5] Дослідження та формування принципів та методів ергодизайнерського проєктування, ергодизайнерських вимог до забезпечення ефективності експлуатації авіаційних систем: звіт з НДР: НАУ, К., 2021. 139 с. № ДР 0121U114093.

[6] ДСТУ 9067:2021 Дизайн і ергономіка. Комплекси безпілотних повітряних суден. Правила оцінювання рівня якості. К., ДП «УкрНДНЦ». 2021. 4с.

[7] ДСТУ 8958:2019 «Дизайн і ергономіка. Робочі місця дистанційних пілотів безпілотних повітряних суден. Номенклатура показників якості». К., ДП «УкрНДНЦ». 2021. 8с.

[8] ДСТУ 3963-2000 Дизайн і ергономіка. Класифікація і номенклатура дизайнових та ергономічних показників якості побутових машин та приладів. К., ДП «УкрНДНЦ». 2000. 9с.

[9] ДСТУ 4055-2001 Дизайн і ергономіка.

REFERENCES

[1] Methodology of ergodesign evaluation of unmanned aerial vehicle complexes / Monographic edition / A. Rubtsov, V. Svirko, M. Matiychyk, V. Kharchenko, T. Shmelyova — Kyiv: NAU, 2021. — 219 p.

[2] V. Druzhinin, I. Ostroumov, A. Rubtsov, V. Svirko, T. Udartseva. Aviation systems: ergodesign support of design and operation. — Kyiv: NAU, 2021. — 200 p.

[3] Principles and requirements of ergodesign to complexes of unmanned aerial vehicles and their standardization: the report of research: NAU, K., 2019. 218 p. P DR 0118U003370.

[4] Development of methods and procedures for design and ergonomic evaluation of operational characteristics of unmanned aerial vehicles: the report of research: NAU, K., 2021. 242 p. P DR 0119U100547.

[5] Research and formation of principles and methods of ergodesign, ergodesign requirements to ensure the efficiency of aviation systems: the report of research: NAU, K., 2021. 139 p. The state registration number 0121U114093.

[6] DSTU 9067: 2021 Design and ergonomics. Complexes of unmanned aerial vehicle. Rules for assessing the quality level. K., DP "UkrNDNC". 2021. 4p.

[7] DSTU 8958: 2019 Design and ergonomics. Workplaces for remote pilots of unmanned aerial vehicles. Nomenclature of quality indicators. K., DP "UkrNDNC". 2021. 8p.

[8] DSTU 3963-2000 Design and ergonomics. Classification and nomenclature of design and ergonomic quality indicators of household machines and appliances. K., DP "UkrNDNC". 2000. 9p.

[9] DSTU 4055-2001 Design and ergonomics. Nomenclature of design and ergonomic indicators of prod-

Номенклатура дизайнових та ергономічних показників якості продукції виробничо-технічного призначення. К., ДП «УкрНДНЦ». 2001. 16с.

[10] А.Рубцов, В.Свірко, І.Остроумов. Принципи ергодизайнерського забезпечення проектування авіаційних систем та заходи з їх реалізації // Теорія і практика дизайну: збірник наукових праць. К.:НАУ, 2021. Вип.24. с.97-105

uct quality for industrial and technical purposes. - К., ДП "UkrNDNC". 2001. 16p.

[10] A. Rubtsov, V. Svirko, I. Ostroumov. Principles of ergodesign support of aircraft systems design and measures for their implementation // Theory and practice of design: a collection of scientific papers. К.: НАУ, 2021. Вип.24 p.97-105

ABSTRACT

Rubtsov A., Svirko V., Ostroumov I. Unmanned aerial vehicle systems: ergodesign indicators

Based on the analysis of the current state and directions of development of different unmanned aerial vehicle systems (UAVS) as well as long-term research of authors in the field of ergodesign of such systems, the article considers and substantiates the issue of creating the system of unified ergodesign indicators of the UAVS main components. The article is devoted to the problem of forming measures to improve the efficiency, safety and comfort of UAVS operation based on the targeted application of ergodesign principles and requirements for the design and operation of unmanned aerial vehicles,, as well as developing a system of ergodesign indicators and methods of their evaluation during design, operation and creation of new models of UAVS.

The publication is based on the authors' experimentally proven need to take into account the fact that new models of UAVS should be created on the functional principle of designing of processes but not products. After all, the subjective criterion for the quality of UAVS from the standpoint of ergodesign is the feeling of operators of functional comfort, when components of the technical structure are perceived as a complex of functional and spatial means that create comfortable and safe conditions for staff, and UAVS has effective technical means to implement this activities. Thus, the authors proposed such an approach to the creation of UAVS, where ergodesign is considered not only as a progressive methodology for creating and producing high quality science-intensive products, but primarily as research and development activities other than traditional product design. In a broad sense, the purpose of this approach is to ensure the effectiveness of the UAVS in all areas of application, which is achieved through synergies at different stages of the life cycle of the UAVS and especially such indicators as efficiency, safety and comfort. The first step in this direction is to determine and substantiate the list of ergodesign quality indicators of the main components of UAVS. Therefore, the purpose of the publication in its broadest sense is to study the role of the human factor in the creation and operation of UAVS and to develop the system of unified ergodesign indicators for their evaluation.

Keywords: unmanned aerial vehicle systems; ergodesign quality indicators, ergodesign requirements to main components of UAVS; ergodesign principles and methods of design and operation of UAVS; psychophysiological requirements.

AUTHOR`S NOTE:

Rubtsov Anatoly, Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Design and Ergonomics, NAU, Kyiv, Ukraine, e-mail: ndi-design@ukr.net, orcid: 0000-0002-7992-8236

Svirko Vladimir, CPnD in Psychology, Director of the Ukrainian Research Institute of Design and Ergonomics of NAU, Kyiv, Ukraine, e-mail: ndi-design@ukr.net, orcid:0000-0002-6482-6827

Ostroumov Ivan, Doctor of Sciences in engineering, Professor of the Department of ANS, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: ostroumov@ukr.net, orcid: 0000-0003-2510-9312

Стаття подана до редакції 10.05.2022р.

Стаття прийнята до друку 10.06.2022р.