

Питання визначення відповідності в ергономічній комплексів безпілотних повітряних суден

На основі багаторічних досліджень «людського чинника» під час створення та експлуатації комплексів безпілотних повітряних суден авторами визначена специфіка ергономічних аспектів сертифікації основних складників КБПС, запропонована система уніфікованих дизайн-ергономічних вимог (показників), які потрібно застосовувати у разі визначення їх відповідності.

У Повітряному кодексі України визначено, що *сертифікація* – це «процедура підтвердження відповідності суб'єкта або об'єкта авіаційної діяльності встановленим вимогам законодавства, у тому числі авіаційним правилам, та видача відповідного сертифіката» [1], який засвідчує відповідність суб'єкта або об'єкта авіаційної діяльності вимогам авіаційних правил.

Для полегшення розуміння змісту пояснимо специфічні терміни, застосовані у цій статті: МВВ – Метод визначення відповідності; АПУ 21 – Авіаційні правила України. Частина 21 «Сертифікація повітряних суден, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а також організацій розробника та виробника»; АМС (Acceptable Means of Compliance) – прийнятні засоби відповідності; СS – Certification specifications – вимоги для сертифікації; ГМ (Guidance Material) – Керівні матеріали (містять пояснення та/або тлумачення для найкращого розуміння вимог або технічних вимог).

В Україні правила оцінювання відповідності, тобто правила сертифікації в авіаційній галузі, визначено в АПУ 21 (PART-21) [2]. Прийняття доведення відповідності компетентним органом під час сертифікації, як відомо, в Україні забезпечує ДАСУ – Державна авіаційна служба.

Розглянувши діючи на цей час технічні принципи та підходи до сертифікації, визначимось, як до цього питання має відноситись фахівець у сфері людського чинника, що повинно виразитись у вигляді переліку специфічних поглядів, тобто вимог, до того самого об'єкта, проєктованого сумісно з інженером. Адже зрозуміло, що, наприклад, для оператора наземної станції керування (НСК), представником якого у групі проєктувальників є фахівець з ергономіки, безпілотник – це об'єкт керування на відміну від конструктора, для якого він насамперед – літальний апарат. А відтак цілком природно, що і ергономічний дизайнер, і оператор передусім сприймають зручність і ефективність взаємодії з об'єктом керування, а для конструктора важливіші його технічні та аеродинамічні характеристики і насамперед – льотна придатність. Звідси випливає, що головною відмінною ергономічним підходу до сертифікації від підходу АПУ-21 є те, що результат сертифікації

основних складників КБПС не впливає на льотну придатність, але у великому ступені впливає на ефективність діяльності його персоналу, і як наслідок, на ефективність КБПС у цілому. Це є першою особливістю ергодизайнерського підходу. Треба додати, що за такого підходу процедура сертифікації може бути в значному ступені спрощена.

Отже, основним доказом відповідності технічного об'єкта як об'єкта ергодизайну, повинна бути відповідність його технічних параметрів психофізіологічним характеристикам и можливостям людини (оператора), а не відповідність вимогам льотної придатності, забезпеченням якої має перейматися конструктор.

Втім, для ергодизайну такий підхід не є чимось новим. Людський чинник – ось предмет турботи фахівця з ергодизайну. Отже, маючи на увазі цей підхід, відберемо методи визначення відповідності для забезпечення процедур сертифікації безпілотної авіаційної техніки.

Аналіз методів визначення відповідності (МВВ), наведених в АПУ 21 (див.табл.1) і визначених у національних та європейських стандартах, показує, що їхню узагальнену номенклатуру можна звести до досить короткого переліку. Наведемо його: технічне оцінювання, або інженерна оцінка (**МВВ 0**); експертне оцінювання, або розгляд конструкції (**МВВ 1**), або перевірка/ огляд конструкції (**МВВ 7**), або кваліфікація обладнання (**МВВ 9**); лабораторні/польові випробування складника (**МВВ 4, МВВ 5**); аналітичні розрахунки параметрів/елементів РМ (**МВВ 2**); моделювання (**МВВ 8**); безпосереднє вимірювання параметрів РМ, шумових і світлотехнічних характеристик, параметрів мікроклімату (**МВВ 10**).

Як бачимо, більшість пунктів переліку співпадає з МВВ, визначеними в АПУ 21 (PART-21). МВВ 10 увійшло до цього переліку як додатковий пункт тільки тому, що вимірювання, перелічені у ньому, на льотну придатність КБПС ніяк не впливають.

Таблиця 1

Коди методів визначення відповідності (Додаток 1 до АПУ 21 [2])

Категорія визначення відповідності	Метод визначення відповідності	Відповідні доказові документи
Інженерна оцінка	МВВ 0: - заява про відповідність - посилання на документацію, що визначає типову конструкцію - вибір методів, факторів - визначення	- Документація, що визначає типову конструкцію - Записані твердження
	МВВ 1: Розгляд конструкції	- Описи - Креслення

Кінець таблиці 1

Категорія визначення відповідності	Метод визначення відповідності	Відповідні доказові документи
	МВВ 2: Розрахунок/Аналіз	- Звіти/аналізи з обґрунтування
	МВВ 3: Оцінка безпеки польоту у разі відмов в системах повітряного судна	- Аналіз безпеки польоту у разі відмов в системах повітряного судна
Категорія визначення відповідності	Метод визначення відповідності	Відповідні доказові документи
Випробування	МВВ 4: Лабораторні випробування	- Програми випробувань - Звіти за результатами випробувань - Інтерпретація результатів випробувань
	МВВ 5: Наземні випробування відповідного виробу	
	МВВ 6: Льотні випробування	
	МВВ 8: Моделювання	
Перевірка	МВВ 7: Перевірка конструкції/огляд	- Звіти за результатами перевірки або огляду
Кваліфікація обладнання	МВВ 9: Кваліфікація обладнання	Примітка: Кваліфікація обладнання може охоплювати всі вищезазначені методи визначення відповідності

Залишається визначити вимоги для сертифікації (опустимо адміністративні, не креативні, кроки як не релевантні для цієї статті).

На основі проведених досліджень, аналізу нормативної документації та проектних розробок авторами сформована *система уніфікованих дизайн-ергономічних вимог і показників* до різних складників КБПС (СУДЕП). Отже *у якості базису ергономічного проекту методів визначення відповідності для забезпечення процедур сертифікації складників КБПС доцільно застосовувати саме СУДЕП.*

Для зручності сприйняття даних таблиці 2 використаємо скорочення, застосовувані у буквенно-цифровому коді вимог (показників): безпілотне повітряне судно (БПС): **Б**; наземна станція керування (НСК): **Н**; стартовий пристрій (СП): **С**; пристрій посадки (ПП): **П**; антенно-поворотний пристрій (АПП): **А**.

Для зазначення групи вимог (показників), застосовано такі позначки: ергономічні вимоги – «**1**»; естетичні вимоги – «**2**»; функційні вимоги – «**3**»;

експлуатаційні вимоги – «4»; соціально-культурні вимоги – «5»; дизайн-маркетингові вимоги – «6»; екологічні вимоги – «7».

Три останні цифри позначають такі вимоги: **перша** – вимоги 1-го рівня; **друга** – вимоги 2-го рівня; **третья** – одиничні вимоги.

Під час роботи з конкретним об'єктом спочатку потрібно провести аналізування СУДЕП з метою виявлення нерелевантних вимог, які мають бути видалені з остаточного переліку.

У якості прикладу розглянемо частину проекту визначення відповідності до ергодизайнерської програми сертифікації та сертифікаційного базису БПС, наведену у таблиці 2.

Таблиця 2

Коди методів визначення відповідності згідно з СУДЕП

Вимога	Категорія визначення відповідності	Метод визначення відповідності	Доказовий документ
Б.1.1.2.1 Врахування розмірів тіла людини та його частин у розмірах конструктивних елементів БПС	Інженерне оцінювання	МВВ 0: Посилання на документацію, що визначає типову конструкцію	ДСТУ EN ISO 14738:2015 [3]
Б.1.1.3.1 Динамічне фізичне навантаження (обсяг виконаної роботи під час транспортування, підготовки до використання, налагодження, регулювання, монтажу (демонтажу) БПС; маса вантажу, що переміщується)	Експертне оцінювання	МВВ 0: Заява про відповідність	ДСТУ EN 1005-3: 2018 [4]
Б.1.1.3.2 Статичне фізичне навантаження (зусилля з утримання БПС під час запуску)			
Б.1.3.2.1 Рівень повноти інструкції з експлуатації БПС	Експертне оцінювання	МВВ 1: Розгляд інструкції	Описи
Б.1.3.2.2 Зрозумілість викладення інструкції	Випробування	МВВ 4: Лабораторні випробування	Звіти за результатами випробувань
Б.1.3.2.3 Якість оформлення матеріалу	Експертне оцінювання	МВВ 1: Розгляд інструкції	Описи
Б.1.4.0.1 Швидкість проведення технічного обслуговування, ремонту, підготовки до польоту	Випробування	МВВ 5: Наземні випробування	Звіти за результатами випробувань

Продовження таблиці 2

Вимога	Категорія визначення відповідності	Метод визначення відповідності	Доказовий документ
Б.1.4.0.2 Складність алгоритму обслуговування та ремонту	Експертне оцінювання	МВВ 1: Розгляд конструкції	ДСТУ 7896 [5]
Б.1.4.0.3 Зручність доступу до регульованих і замінюваних елементів Б.1.4.0.4 Наявність технічних засобів діагностування несправностей та зручність їхнього усунення	Випробування	МВВ 5: Наземні випробування	Інтерпретація результатів випробувань
Б.1.4.0.5 Якість технічної документації Б.1.4.2.1 Комплектність експлуатаційної документації БПС Б.1.4.2.2 Зручність структури викладення матеріалу, рівнів розшифрування і перекодування інформації Б.1.4.2.3 Якість ілюстрацій, схем, графічних елементів, формату документації Б.1.4.2.4 Здатність документації до зберігання	Експертне оцінювання	МВВ 1: Розгляд документації	Описи
Б.1.4.3.1 Зручність застосування контрольно-виміральної та перевірконої апаратури	Експертне оцінювання	МВВ 1: Розгляд конструкції	Креслення, описи
	Випробування	МВВ 5: Наземні випробування	Інтерпретація результатів випробувань
Б.1.4.3.2 Відповідність освітлювальної апаратури заданим нормам загального і локальних освітлень	Інженерне оцінювання	МВВ 0: Посилання на документацію, що визначає типову конструкцію	ДСТУ EN 12464-1, ДСТУ EN 12464-2 [6,7]
	Безпосереднє вимірювання	МВВ 5: Наземні випробування	

Продовження таблиці 2

Вимога	Категорія визначення відповідності	Метод визначення відповідності	Доказовий документ
Б.1.4.3.3 Зручність і безпека використання інструмента під час проведення робіт у заданих умовах діяльності (у важкодоступних місцях, в умовах перенавантаження)	Експертне оцінювання	МВВ 1: Розгляд конструкції	Креслення, описи
	Випробування	МВВ 5: Наземні випробування	Інтерпретація результатів випробувань
Б.1.4.3.3 Зручність і безпека використання інструмента під час проведення робіт у заданих умовах діяльності (у важкодоступних місцях, в умовах перенавантаження)	Експертне оцінювання	МВВ 1: Розгляд конструкції	Креслення, описи
	Випробування	МВВ 5: Наземні випробування	Інтерпретація результатів випробувань
Б.1.5.1.1 Рівні шуму	Безпосереднє вимірювання	МВВ 5: Наземні випробування	ДСТУ EN 1915-4[8], ДСН 3.3.6.037-99 [9]
Б.1.5.1.2 Рівні вібрації			ДСТУ EN 1915-3 [10], ДСН 3.3.6.037-99 [9]
Б.1.5.2.1 Вміст шкідливих компонентів у пальному, матеріалах і покриттях БПС	Дослідження	МВВ10: Лабораторні дослідження	Вимоги відповідних норм
Б.1.6.0.1 Рівень безпеки чинників механічного походження Б.1.6.0.2 Рівень безпеки впливу електричного струму Б.1.6.0.3 Рівень безпеки, обумовлений алгоритмом експлуатації виробу	Інженерне оцінювання	МВВ 0: Посилання на документацію, що визначає типове конструкцію	Документація, що визначає типове конструкцію, та відповідні норми

Продовження таблиці 2

Вимога	Категорія визначення відповідності	Метод визначення відповідності	Доказовий документ
Б.2 Естетичні показники	Експертне оцінювання	МВВ 1: Розгляд документації, що визначає типovu конструкцію	ДСТУ 7298 [11]
Б.3 Функційні показники			ДСТУ 7896 [12]
Б.4.1.0.1 Досконалість використання БПС під час обслуговувальних операцій, які супроводжують здійснення основної і додаткової функцій			
Б.4.2.0.1 Досконалість виконання підготовчо-заклучних операцій, а також регулювання БПС у процесі експлуатації Б.4.2.0.2 Пристосованість БПС до виконання допоміжних операцій обслуговування, зберігання, утилізації			
Б.4.3.1. Безвідмовність БПС	Інженерне оцінювання	МВВ 2: Розрахунок	Документація, що визначає типovu конструкцію, та відповідні норми
Б.4.3.2 Довговічність БПС			Аналіз з обґрунтуванням
Б.4.3.3 Ремонтпридатність БПС			Випробування

Вимога	Категорія визначення відповідності	Метод визначення відповідності	Доказовий документ
Б.5.1.0.1 Відповідність БПС структурі потреб певного кола споживачів, для яких воно призначено	Експертне оцінювання	МВВ 1: Розгляд документації	Описи
Б.5.2.0.1 Ефективність використання БПС у діючій або прогнозованій системі БПС певного виду			
Б.5.3.0.1 Термін служби БПС, обмежений появою нових безпілотників більш високої якості, а також зміною суспільних норм і культурно-ціннісних орієнтацій			

Висновки

Розроблена авторами система дизайн-ергономічних вимог і показників є уніфікованою, стосується усіх основних складників КБПС, містить дані щодо категорій і методів визначення їх відповідності з посиланнями на чинні доказові документи. Вона може слугувати основою ергодизайнерських методів визначення відповідності під час сертифікації комплексів безпілотних повітряних суден.

Список літератури

1. Повітряний кодекс України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 48-49, ст.536
2. Прийнятні методи відповідності та керівний матеріал для сертифікації повітряних суден, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а також організації розробника та виробника (АМС та GM до АПУ-21(Part-21)) (Затвержені Наказом ДАСУ від 26.04.2019 № 529). https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2019/06/Aviatsijni-pravila-Ukrayini-APU-21Part-21_27_06_2019.pdf
3. ДСТУ EN ISO 14738:2018 (EN ISO 14738:2008, IDT; ISO 14738:2002; Сог.2:2005, IDT) Безпечність машин. Антропометричні вимоги до проектування автоматизованих робочих місць на машинах
4. ДСТУ EN 1005-3:2018 (EN 1005-3:2002+A1:2008, IDT) Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 3. Рекомендовані обмеження зусиль під час роботи з машинами
5. ДСТУ 7896:2015 Дизайн і ергономіка. Правила оцінювання функційного рівня якості промислової продукції

6. ДСТУ EN 12464-1:2016 (EN 12464-1:2011, IDT) Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця
7. ДСТУ EN 12464-2:2016 (EN 12464-2:2014, IDT) Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 2. Зовнішні робочі місця
8. ДСТУ EN 1915-4:2013 Авіаційна наземна техніка. Загальні вимоги. Частина 4. Методи вимірювання та зниження шуму (EN 1915-4:2004 + A1:2009, IDT)
9. ДСН 3.3.6.037-99 Державні санітарні норми. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку
10. ДСТУ EN 1915-3:2013 Авіаційна наземна техніка. Загальні вимоги. Частина 3. Методи вимірювання та зниження вібрації (EN 1915-3:2004 + A1:2009, IDT)
11. ДСТУ 7298:2013 Дизайн і ергономіка. Правила оцінювання естетичного рівня якості промислової продукції
12. ДСТУ 7896:2015 Дизайн і ергономіка. Правила оцінювання функційного рівня якості промислової продукції