

С.В. Жданов, Р.А. Ісакжанов, Ю.Л. Діденко

Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ

ЕКСПЕРТНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ТЕХНІЧНИМ ВИМОГАМ ДО НИХ

Запропоновано експертний метод оцінки відповідності тактико-технічних характеристик безпілотного авіаційного комплексу (БпАК) технічним вимогам до даного типу БпАК, які діють у Міністерстві оборони України та формування на підставі отриманої оцінки пропозицій стосовно допуску до експлуатації БпАК. Описана програма на мові програмування Visual Basic for Applications (VBA), що реалізує алгоритм розрахунку експертним методом, наведені приклади розрахунків та формування пропозицій, визначені подальші напрями модернізації програми.

Ключові слова: БпАК, тактико-технічні характеристики, технічні вимоги, оцінка відповідності, експертний метод, програмне забезпечення, база даних.

Вступ

На сьогодні актуальним завданням для визначених структурних підрозділів МО України та ГШ ЗС України, а також науково-дослідних установ замовника є науково-технічне супроводження реалізації спрощених процедур постачання до ЗС України розроблених промисловістю зразків безпілотних систем різних типів та функціонального призначення, які включають у тому числі авіаційну компоненту, зокрема БпАК. Це пов'язано з тим, що вітчизняні виробники все частіше звертаються до Міністерства оборони України з пропозиціями щодо постачання БпАК до Збройних Сил України відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 24 березня 2023 року № 256 “Про реалізацію експериментального проекту щодо здійснення оборонних закупівель безпілотних систем та засобів радіоелектронної боротьби вітчизняного виробництва”.

Для реалізації положень вищезазначеної постанови, як правило, залучаються фахівці структурних підрозділів МО України та ГШ ЗС України, а також науково-дослідних установ замовника для вивчення заявлених розробником тактико-технічних характеристик БпАК, ознайомлення з результатами попередніх випробувань зразка, які були проведені виробником. Крім того допуск до експлуатації безпілотних систем здійснюється МО України у разі відповідності технічним вимогам до типу безпілотної системи [1, с. 17].

Для БпАК, це відбувається відповідно до технічних вимог до типів БпАК, які затверджені Міністром оборони України 03.05.2024 [7...9]. При цьому слід урахувувати декілька можливих

варіантів вирішення задачі допуску до експлуатації БпАК.

Одним з варіантів, є допуск до експлуатації усіх без виключення БпАК, які розробляються та пропонуються виробниками, але це може призвести до постачання у підрозділи Збройних Сил України зразків, які за своїми тактико-технічними характеристиками не зможуть якісно в умовах бойових дій виконувати завдання за призначенням.

Другим варіантом допуску БпАК до дослідної експлуатації може бути проведення визначальних відомчих випробувань усіх зразків, що пропонуються. Цей варіант дає об'єктивну та повну оцінку заявлених тактико-технічних характеристик БпАК, але не може бути реалізованим через обмеження для Міністерства оборони України, які пов'язані з вартістю випробувань, часом їх проведення, пропусковими спроможностями полігонної бази, кількістю фахівців випробувальних бригад, залученням спеціалізованих засобів, які забезпечують випробування (наприклад, засобів РЕБ), а також з урахуванням дотримання заходів безпеки, в умовах можливих обстрілів противником місць підготовки та проведення випробувань.

Також, одним з можливих варіантів вирішення задачі допуску БпАК до експлуатації може розглядатися використання спеціалізованого програмного забезпечення, що вирішує розрахункову задачу оцінювання та формування пропозиції щодо допуску до експлуатації на підставі порівняння заявлених у документах виробником тактико-технічних характеристик з технічними вимогами до типів БпАК, які затверджені у МО України.

Аналіз попередніх досліджень. Аналіз публікацій та наявного у структурних підрозділах МО України та ГШ ЗС України програмного забезпечення свідчить про відсутність діючих методик та відповідних програм, які у прямій постановці вирішують задачу допуску до дослідної експлуатації та забезпечують науково-технічне супроводження експериментального проекту щодо здійснення оборонних закупівель безпілотних авіаційних систем вітчизняного виробництва. Задача може вирішуватися виконавцем у “ручний спосіб” шляхом створення у документах Word або Excel порівняльної таблиці відповідності заявлених виробником тактико-технічних характеристик безпілотної авіаційної системи відповідним технічним вимогам до цього класу системи, які затверджені та діють у Міністерстві оборони України. При цьому недоліком цього підходу є великі трудовитрати щодо формування порівняльної таблиці, можливість проведення лише якісної оцінки характеристики (показника) “відповідає” або “не відповідає” технічним вимогам. Крім того, не може бути отримана загальна кількісна оцінка безпілотної авіаційної системи для прийняття обґрунтованого рішення щодо допуску до експлуатації. Аналіз публікацій [2...4] свідчить, що запропоновані авторами методики дають можливість проводити якісну технічну оцінку за комплексними показниками, наприклад “коефіцієнтом економічності” і вирішувати задачу порівняльного аналізу БпАК та визначення “кращого” та “гіршого” зразка з наприклад 2 (двох) або більше зразків. Однак, ці методики вимагають відповідної підготовки користувачів, наявності специфічних показників, які можуть бути відсутні у документації виробника, наприклад, у технічних вимогах на БпАК, крім того вони можуть застосовуватися лише до БпАК літакового типу.

Метою статті є ознайомлення з експертним методом оцінки відповідності тактико-технічних характеристик БпАК технічним вимогам до даного типу БпАК та його реалізацією у вигляді розробленого авторами програмного забезпечення для використання при науково-технічному супроводженні оборонних закупівель БпАК.

Виклад основного матеріалу

На сьогодні актуальним завданням перед науково-дослідними установами МО України та ЗС України стає науково-технічне супроводження процесу реалізації положень постанови Кабінету Міністрів України від 24 березня 2023 року № 256 щодо спрощених процедур постачання до ЗС України зразків безпілотних систем, які розроблені промисловістю.

У рамках реалізації завдання щодо науково-технічного супроводження експериментального проекту здійснення оборонних закупівель безпілотних систем (в частині БпАК) вітчизняного виробництва у Державному науково-дослідному інституті авіації розроблено програмне забезпечення, що представляє собою сукупність програми Excel з пакету Microsoft Office та розробленого авторами статті програмного модуля з використанням мови програмування Visual Basic for Applications (VBA) [5, с.104] з робочою назвою - програма “Електронна база даних БпАК” (далі у статті використовується скорочена назва – програма). При цьому, значимість даного напрямку роботи підтверджуються також тим, що розробка програм відноситься до основних форм наукових та науково-технічних (прикладних) результатів наукової і науково-технічної діяльності в системі МО України [6, с. 9].

Призначення, режими роботи, характеристики програми. Програма призначена для:

спрощення процедури внесення, систематизації, збереження інформації про тактико-технічні характеристики БпАК та інформації щодо виробників;

отримання узагальненого показника у відсотках щодо оцінки відповідності заявлених виробником тактико-технічних характеристик (ТТХ) зразка технічним вимогам (ТВ) до типу БпАК, які періодично оновлюються і затверджуються Міністром оборони України (поточна версія вимог затверджена 03.05.2024);

формування за розрахованим узагальненим показником пропозиції щодо допуску БпАК до експлуатації та виведення її у вікно текстового повідомлення користувача;

проведення порівняльного аналізу декількох БпАК між собою за обраними показниками ТТХ;

отримання звітних форм (скріншотів робочого вікна) за результатами роботи з програмою для друку або збереження в електронному вигляді для використання виконавцем при підготовці документів у програмі MS Office Word: звітів, висновків, експертиз, відповідей виробникам.

У програмі реалізовані 3 (три) основні режими роботи (Рис. 1).

Режим №1 “Занести ТТХ БпАК у базу даних” за допомогою спеціалізованої форми користувача.

Режим №2 “Оцінка відповідності ТТХ БпАК ТВ”.

Режим №3 “Порівняльна оцінка ТТХ БпАК”.

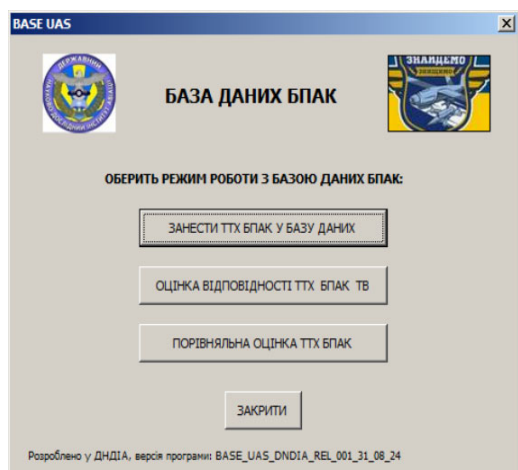


Рис. 1. Інтерфейс головного меню програми
Джерело: розроблено авторами

Режим №1 “Занести ТТХ БпАК у базу даних” за допомогою спеціалізованої форми користувача. У цьому режимі користувачу необхідно послідовно переходити за номерами розділів та підрозділів форми користувача (Рис. 2).

Користувач заповнює поля форми шляхом набору на клавіатурі (вставки тексту з буферу обміну) або вибором зі списку, де це передбачено програмою.

При виборі показника зі списку необхідно виділити обраний показник, натиснувши праву кнопку манипулятора типу “миша” (якщо це перший показник зі списку, то перейти до будь-якого іншого, а потім повернутися на перший). Програма видає користувачу вікно підтвердження правильності обрання показника.

Рис. 2. Форма користувача режиму “Занести ТТХ БпАК у базу даних”
Джерело: розроблено авторами

Користувач натискає кнопку “ОК” у разі, якщо вибір зроблено вірно, або позначку “Закрити вікно” у правому верхньому куті вікна у разі помилки (у цьому випадку необхідно зробити вибір заново).

Приклад вибору показника зі списку показано на рис. 3.

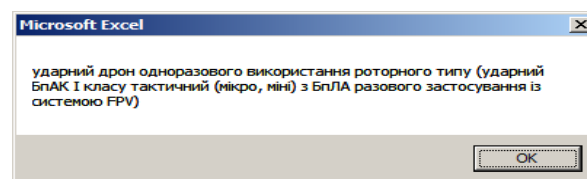


Рис. 3. Приклад вибору показника зі списку типу БпАК
Джерело: розроблено авторами

У цілому, інтерфейс користувача програми був розроблений для полегшення процесу внесення інформації до бази даних за рахунок зменшення операцій щодо набору на клавіатурі та заміни цього набору вибором зі стандартних списків показників, які передбачають всі можливі варіанти вибору з урахуванням фізичного змісту показника. При цьому текстова інформація зі списку вибору або набрана на клавіатурі буде вноситися та зберігатися у базі даних програми у текстовому (числовому) вигляді у відповідній клітинці листа Excel, як це показано на рис. 4.

1. Назва	2. Тип	3. Нз	4.1 ма	4.2 та	4.3 т	4.4	4.5
БпАК_100_test_plane	розвідчі ТОВ "АІ	25	480	200			
БпАК_50_test_plane	розвідчі ТОВ "АІ	12,5	240	100			
БпАК_75_test_plane	розвідчі ТОВ "АІ	18,75	360	150			
БпАК_150_test_plane	розвідчі ТОВ "АІ	37,5	720	300			
БпАК_200_test_plane	розвідчі ТОВ "АІ	50	960	400			
LUNA NG	розвідчі RHEINN	100	720	300			
test_05_04_2024	ударний ТОВ "АІ	1000	500	600	5000	350	
test_100_fpv	ударний AVIADF	10	15	50			
test_50_fpv	ударний AVIADF	2,5	7,5	25			
test_25_fpv	ударний AVIADF	2,5	3,75	12			
test_150_fpv	ударний AVIADF	15	22,5	75			
test_blue_rotor		25					

Рис. 4. Збереження інформації про БпАК у базі даних програми

Джерело: розроблено авторами

У деяких випадках користувачу програми необхідно проведення попередніх робіт щодо підготовки інформації для її внесення до бази даних. Наприклад, для вітчизняних компаній - виробників "розділ 10.5 посилання на розміщення інформації у базі даних YouControl" заповнюється після копіювання адреси інтернет посилання на розміщення інформації про виробника у базі даних YouControl. Це дає можливість пов'язати дві бази даних, що забезпечує користувачу програми отримання додаткової інформації про стан компанії-виробника БпАК та мати вихідну інформацію для подальшої оцінки ризиків, наприклад, щодо виконання замовлень в інтересах МО України.

Режим №2 "Оцінка відповідності ТТХ БпАК ТВ". Після натискання користувачем кнопки "ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ ТТХ БпАК ТВ" програма перейде у форму користувача, що показано на рис. 5. У цій формі користувач обирає тип БпАК для оцінки відповідності технічним вимогам (ТВ), які затверджені МО України 03.05.2024. Після набору на клавіатурі (або вставлення з буферу обміну) до розділу "1. Назва БпАК" точну назву БпАК, як вона записана у базі даних при виконанні режиму №1. Таким чином, формуються дві колонки з ТТХ БпАК та ТВ до даного типу БпАК. У разі натиснення кнопки "ОЦІНКА" буде програмою прорахована оцінка у відсотках відповідності по окремим показникам, загальна оцінка та пропозиція у текстовій формі щодо допуску до експлуатації, приклад розрахунку та виведення текстового повідомлення з пропозицією наведено на рис. 5.

ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ ТТХ БпАК ТВ			
1. Назва БпАК		test_100_fpv	
2. Тип БпАК		ударний дрон одноразового використання роторного типу (удаль)	
3. Оцінка льотно-технічних характеристик			
	ТТХ БпАК	ТВ до типу БпАК	Оцінка, %
3.1 максимальна дальність польоту, км	10	10	100
3.2 тривалість польоту, хв	15	15	100
3.3 висота польоту робоча, м	500	500	100
3.4 швидкість, крейсерська, км/год	55	55	100
3.5 маса цільового навантаження, кг	0,9	0,9	100
3.6 максимальна злітна маса, кг	2	2	100
4. Оцінка функцій			
4.1 ударної			
4.1.1 роздільна здатність на місцевості денної камери на висоті від 450 до 1500 м на крейсерській швидкості польоту, м	0,05	0,05	100
4.1.2 роздільна здатність на місцевості інфрачервоної камери на висоті від 450 до 800 м на крейсерській швидкості польоту, м	0,15	0,15	100
4.1.3 середньоквадратичне відхилення від цілі, м	0,25	0,25	100
4.2 можливість роботи в умовах дб засобів РЕБ			
4.2.1 стійкість каналів управління і телеметрії	1	1	100
4.2.2 стійкість каналів відео	0	0	100
4.2.3 стійкість супутникової навігаційної системи	0	0	100
4.3 експлуатаційні			
4.3.1 температура, С°	від -20 до 55	від -20 до 55	100
4.3.2 швидкість бокового вітру, м/с	10	10	100
5. ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ ТТХ БпАК ТВ		100 %	
6. ПРОПОЗИЦІЯ ЩОДО ДОПУСКУ ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ (за оцінкою відповідності технічним вимогам до типу безпілотної системи)		доцільно надати допуск до експлуатації	

Рис. 5. Приклад результату роботи програми у режимі №2 "Оцінка відповідності ТТХ БпАК ТВ"

Джерело: розроблено авторами

У подальшому користувач натиснувши комбінацію клавіш Alt+PrintScreen може скопіювати активне вікно в буфер обміну та потім вставити його у документ Word для обґрунтування прийнятого рішення щодо допуску (або відмови) від допуску БпАК до експлуатації.

Режим №3 “Порівняльна оцінка ТТХ БпАК” (рис.6). У цьому режимі можливе проведення порівняльної оцінки за 12 (дванадцятьма) показниками: 4.1 – максимальна дальність польоту, км; 4.3 – тривалість польоту, хв;

4.5 – висота польоту робоча, м; 4.7 – швидкість крейсерська, км/год; 4.17 – максимальна злітна маса, кг; 4.18 – маса цільового навантаження, кг; 4.10.1 – маса засобів ураження, кг; 5.5 – експлуатаційний діапазон температур, С° від; 5.5 – експлуатаційний діапазон температур, С° до; 5.6 – швидкість бокового вітру, м/с; 4.14.1 – стійкість каналів управління і телеметрії; 4.14.2 – стійкість каналів відео; 4.14.3 – стійкість супутникової навігаційної системи.

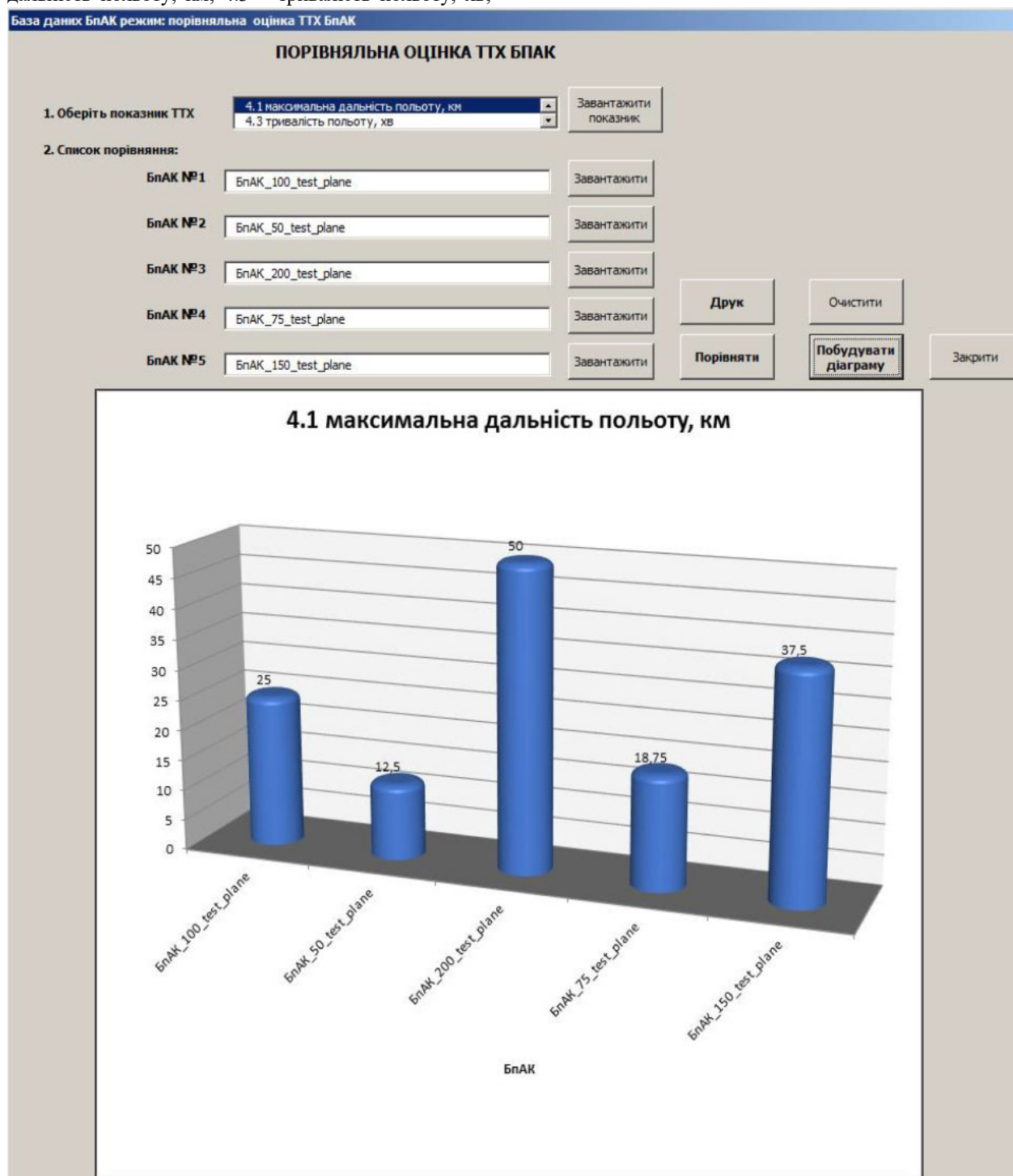


Рис. 6. Форма користувача режим: “Порівняльна оцінка ТТХ БпАК”

Джерело: розроблено авторами

Характеристики програми (REL_001_31_08_24):

кількість показників БпАК у базі даних – 80 (вісімдесят);

максимальна кількість БпАК, що може бути внесена до бази даних – 65 536 (шістдесят п'ять тисяч п'ятсот тридцять шість);

кількість типів БпАК до яких технічні вимоги внесені до бази даних (для поточної версії програми) – 3 (три);

типи БпАК до яких внесені технічні вимоги [7...9] для оцінки відповідності:

ударний дрон одноразового використання роторного типу (ударний БпАК I класу тактичний (мікро, міні) з БпЛА разового застосування із системою FPV);

ударний дрон багаторазового використання мультироторного типу малого радіусу дії (ударний БпАК (міні, тактичний поля бою) типу “мультикоптер”);

розвідувальний дрон літакового типу малої дальності (розвідувальний БпАК I класу);

максимальна кількість БпАК для порівняльного аналізу ТТХ – 5 (п'ять);

мова програмування – Visual Basic for Applications (VBA);

програма MS Office, з якої відбувається запуск файлу програми – Excel 2021, Excel 2019, Excel 2016, Excel 2013.

Склад програми:

1.BASE_UAS_DNDIA_REL_001_31_08_24.xlsm – файл програми.

2.PROGRAM_USER_MANUAL_BASE_UAS_DNDIA.pdf – файл керівництво користувача.

Форма реалізації програми: на CD-R диску (або два окремих файла для відправки зацікавленому структурному підрозділу МО України або ГШ ЗС України, наприклад, по СЕДО).

Особливості реалізованого у програмі експертного методу. У програмі використовується експертний метод. Перевагою даного методу є залучення експертів з предметної області, які мають високу кваліфікацію та мають практичний досвід з бойового застосування даного типу БпАК і можуть відповісти на питання, які тактико-технічні характеристики є більш пріоритетним, а які менш та сформулювати відповідний рейтинг. Для цього були розроблені картки експертного опитування та надані для заповнення операторам БпАК, було отримано близько 25 (двадцяти п'яти) заповнених карток від операторів БпАК. Для отримання репрезентативної вибірки щодо оцінок експертів

було залишено лише оцінки операторів, які мають загальний наліт на даному типі БпАК не менше 400 (чотириста) годин. Оцінка якості експертів наведена у табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка якості експертів, які залучались для оцінки ударного дрону роторного типу із системою FPV

№ з/п	Експерт	Наліт, годин
1.	Експерт 1	1300
2.	Експерт 2	600
3.	Експерт 3	600
4.	Експерт 4	550
5.	Експерт 5	400
6.	Експерт 6	400

Джерело: розроблено авторами

У якості критерію оцінки з міркувань простоти, поширеності у застужанні у структурних підрозділах МО України та ГШ ЗС України обрано відсоток відповідності ТТХ типовим вимогам ТВ.

Новизна запропонованого авторами науково-методичного підходу полягає у отриманні загальної оцінки БпАК щодо відповідності технічним вимогам МО України у відсотках з урахуванням вагових коефіцієнтів окремих показників, які отримані експертним методом і таким чином ураховують пріоритетність показника та його вплив на подальшу загальну оцінку, що дає більш об'єктивну оцінку у порівнянні з середньоарифметичною оцінкою відсоткової відповідності без врахування пріоритетності показника. Крім того, новизною підходу є отримання текстового повідомлення, що автоматично формується програмою на підставі загальної оцінки з чітким повідомленням користувачу програми, які пропонується прийняти управлінські рішення щодо надання або ненадання допуску до експлуатації з відображенням виробнику, які саме показники та на скільки не відповідають технічним вимогам.

Картка експертного опитування була побудована таким чином, щоб отримати оцінки експертів за двома рівнями декомпозиції, на першому рівні оцінка пріоритетності функцій БпАК, на другому рівні оцінка кожного окремого показника в середині функції. Узагальнені результати експертної оцінки функцій та показників наведені на рис.7 та у табл. 2 відповідно.

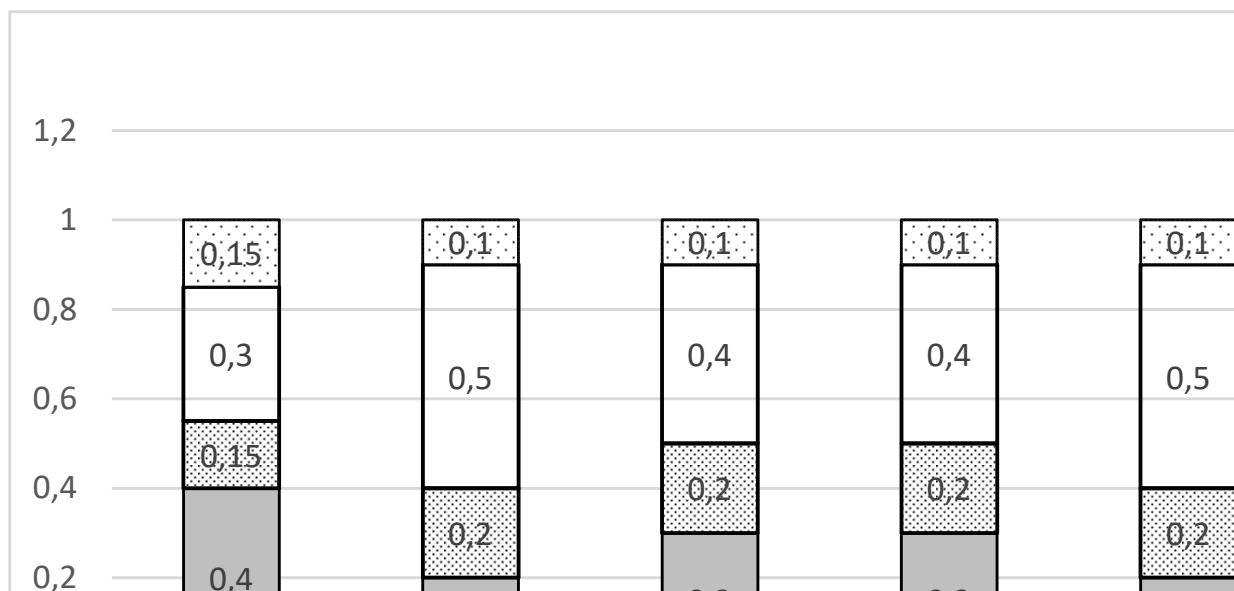


Рис. 7. Експертна оцінка функцій ударного дрону роторного типу із системою FPV

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 2

Визначення вагових коефіцієнтів показників на підставі експертного опитування операторів ударних дронів роторного типу із системою FPV

Показник	Е 1	Е 2	Е 3	Е 4	Е 5	Е 6	Вагов. коеф.	Пріоритет
3.1 Максимальна дальність польоту, км	0,15	0,07	0,08	0,08	0,06	0,06	0,08	4
3.2 Тривалість польоту, хв	0,1	0,04	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	6
3.3 Висота польоту робоча, м	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	13
3.4 Швидкість крейсерська, км/год	0,03	0,01	0,04	0,05	0,02	0,02	0,03	11
3.5 Маса цільового навантаження, кг	0,05	0,04	0,04	0,04	0,025	0,025	0,04	9
3.6 Максимальна злітна маса, кг	0,05	0,03	0,04	0,04	0,025	0,025	0,04	10
4.1.1 Роздільна здатність на місцевості FPV камери на висоті від 200 м до 300 м на крейсерській швидкості польоту, м	0,08	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	7
4.1.2 Роздільна здатність на місцевості інфрачервоної камери на висоті від 200 м до 300 м на крейсерській швидкості польоту, м	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	8
4.1.3 Середньо-квадратичне відхилення від цілі, м	0,03	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	3
4.2.1 Стійкість каналів управління і телеметрії	0,15	0,25	0,2	0,2	0,3	0,25	0,23	1
4.2.2 Стійкість каналів відео	0,15	0,25	0,2	0,2	0,2	0,25	0,21	2
4.2.3 Стійкість супутникової навігаційної системи	0,0	0	0	0	0	0	0,00	14
4.3.1 Експлуатаційна температура, С°	0,05	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03	12
4.3.2 Швидкість бокового вітру, м/с	0,1	0,07	0,08	0,07	0,09	0,09	0,08	5

Джерело: розроблено авторами

Приклад програмного коду реалізації розрахунку та алгоритму видачі текстового повідомлення щодо формування пропозиції про допуск до експлуатації БпАК наведено на рис. 8.

Рекомендації щодо практичного використання програми. Використання програми скоротить час підготовки виконавцями пропозицій керівному складу для формування висновків про доцільність або недоцільність допуску до експлуатації конкретного типу БпАК, що пропонується для ЗС України.

Програма розроблялася, як інструмент підтримки прийняття рішень керівного складу Міністерства оборони України та Генерального штабу Збройних Сил України щодо допуску нових БпАК до експлуатації.

У програмі використовуватимуться дані про вимоги до типів БпАК, затверджені Міністром оборони України, які попередньо були внесені та зберігаються у програмі на окремих листах Excel.

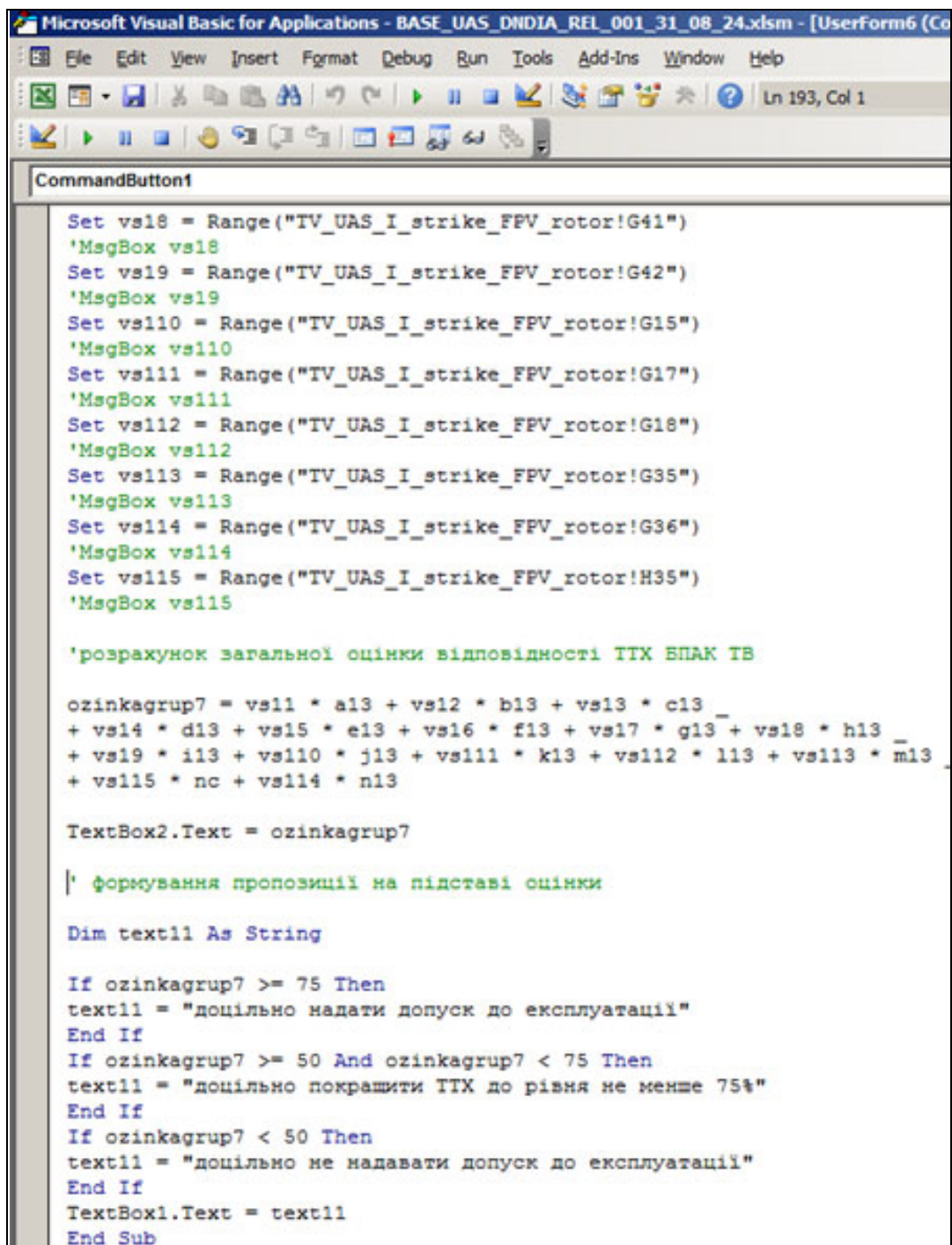


Рис. 8. Фрагмент коду програми на мові програмування Visual Basic for Application (VBA) щодо розрахунку оцінки відповідності ТТХ БпАК ТВ до типу БпАК та формування пропозиції про допуск до експлуатації
Джерело: розроблено авторами

Логіку роботи програми при формуванні пропозиції щодо допуску до експлуатації БпАК на підставі отриманої загальної оцінки наведено у табл. 3.

Виконавцю, який безпосередньо готує пропозиції для керівника щодо прийняття остаточного рішення про допуск до експлуатації БпАК, крім оцінки, що отримана за результатами розрахунку програми, обов'язково треба

ураховувати інші показники, зокрема оцінку результатів випробувань, які наведені виробником в актах та протоколах випробувань, методику випробувань, якість та повноту технічної документації, оцінку досвіду бойового застосування з боку підрозділів, які мали можливість перевірити БпАК у бойових умовах а також інші надані виробником показники БпАК.

Таблиця 3

Логіка роботи програми при формуванні пропозиції щодо допуску БпАК до експлуатації

Загальна оцінка відповідності ТТХ БпАК ТВ	Пропозиція щодо допуску до експлуатації (за оцінкою відповідності)	Обґрунтування пропозиції
(0...49) %	“Доцільно не надавати допуск до експлуатації”	Формується з урахуванням впливу вагових коефіцієнтів на загальну оцінку, не відповідність більше ніж вдвічі технічним вимогам свідчить про невідповідність саме пріоритетних показників, які визначають ефективність бойового застосування БпАК та можливість виконання завдань за функціональним призначенням
(50...74) %	“Доцільно покращити ТТХ до рівня не менше 75 %”	У разі отримання такої оцінки вважається, що БпАК має перспективу для покращення показників, про що інформується виробник з відображенням, які та наскільки у % показники не відповідають технічним вимогам до типу БпАК
(75...100) % та вище	“Доцільно надати допуск до експлуатації”	Не відповідність лише четвертої частини (25 %) від загальної оцінки (100%) не вважається підставою для ненадання можливості виробнику перевірити показники БпАК під час проведення дослідної експлуатації

Джерело: розроблено авторами

Одним з головних завдань програми є отримання кількісного узагальненого показника оцінки відповідності заявлених виробником ТТХ відповідності ТВ до типу БпАК, які діють у МО України для надання обґрунтованої відповіді виробнику щодо допуску до експлуатації БпАК у ЗС України або відмови у наданні такого допуску, а також для зменшення суб'єктивного впливу виконавця на прийняття остаточного рішення.

При цьому слід також урахувати, що програма працює з даними ТТХ, які зазначені виробником у документах (наприклад, у технічних умовах), але не є перевіреними та підтвердженими у випробуваннях. Експлуатація у військах у такому випадку є вирішальною оцінкою БпАК.

У програмі також реалізовані режими внесення інформації про БпАК для збереження та подальшого аналізу, а також проведення порівняльного аналізу декількох БпАК між собою за обраними показниками ТТХ. При цьому користувач може виводити показник ТТХ “ідеального зразка” як базу порівняння, що відповідає ТВ до типу БпАК. У такому випадку, за результатом аналізу графіка можна зробити висновок про те, де знаходиться показник ТТХ для кожного БпАК – вище або нижче від показника ТТХ “ідеального зразка”.

Програма направлена для дослідної експлуатації в зацікавлені структурні підрозділи МО України та ГШ ЗС України у вигляді CD-R диску з файлами програми та керівництва користувача програми у форматі pdf.

Висновки

Експертний метод оцінки відповідності тактико-технічних характеристик БпАК технічним вимогам до даного типу БпАК реалізований у

програмі “Електронна база даних БпАК”. Рекомендовано використовувати цю програму, як інструмент для прискорення процесу підготовки обґрунтованих пропозицій про доцільність або недоцільність допуску БпАК до експлуатації у ЗС України. Програма може бути корисною для структурних підрозділів МО України та ГШ ЗС України, а також науково-дослідних установ замовника, які оцінюють матеріали, що надають виробники БпАК.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розвиток науково-методичного апарату оцінки відповідності заявлених виробником ТТХ технічним вимогам МО України та подальшу модернізацію програми. Модернізація програми буде спрямована на внесення технічних вимог до інших типів БпАК (у перспективі для всіх, які діють у МО України), удосконалення інтерфейсу форми роботи користувача з програмою, документування сеансу роботи користувача, а саме створення електронного документу – звіту, з можливістю його подальшого друку або збереження у форматі pdf. Буде проведено подальше заповнення бази даних ТТХ зразками БпАК, які прийняті на озброєння, допущені до експлуатації, як вітчизняного так і закордонного виробництва. Планується створення системи, яка буде передбачати при отриманні МО України документу “технічні умови” щодо БпАК, оперативне внесення з цього документу ТТХ та відповідної інформації про виробника, що забезпечить підтримання бази даних програми у актуальному стані. Передбачається проведення науково-технічного супроводження програми “Електронна база даних БпАК” у зацікавлених структурних підрозділах МО України та ГШ ЗС України.

Список літератури

1. Про реалізацію експериментального проекту щодо здійснення оборонних закупівель безпілотних систем, засобів радіоелектронної боротьби та активних засобів протидії технічним розвідкам вітчизняного виробництва: Постанова Кабінету Міністрів України від 24 березня 2023 р. № 256. URL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/256-2023-%D0%BF#Text>.
2. Система підтримки прийняття рішень при оперативному оцінюванні безпілотних авіаційних комплексів. Вип. 1. БпАК “оперативно-тактичні” / В.І. Сілков, С.В. Жданов, А.Л. Зірка, М.В. Зірка, Л.Ю. Новосад, Д.Д. Гришак, В.Г. Козлов, В.Я. Марченко; за ред. В.І. Сілкова. – К.: ЦНДІ ОБТ ЗС України, 2017. – 46 с.
3. Система підтримки прийняття рішень при оперативній оцінці безпілотних авіаційних комплексів. Вип. 2. БпАК “Міні (тактичні поля бою)” / за ред. В.І. Сілкова. – К.: ЦНДІ ОБТ ЗС України, 2018. – 55 с.
4. Система підтримки прийняття рішень при оперативному оцінюванні безпілотних авіаційних комплексів. Вип. 3. Методика визначення аеродинамічних та льотних характеристик безпілотних авіаційних комплексів в льотному експерименті. В.І. Сілков, М.М. Мітрахович, Р.М. Животовський, А.Л. Зірка, О.О. Білобородов, М.В. Зірка, Л.Ю. Новосад, А.С. Варсегов, В.Я. Марченко, В.Я. Поплавський; за ред. В.І. Сілкова. – К.: ЦНДІ ОБТ ЗС України, 2024. - 48 с.
5. Michael Alexander, Dick Kusleika. Excel® 2016 Power Programming with VBA. Published by John Wiley & Sons, Inc. 10475 Crosspoint Boulevard Indianapolis, IN 46256. 977 p.
6. Наказ Міністерства оборони України від 16 липня 2024 року № 480 “Про затвердження Положення про організацію наукової і науково-технічної діяльності в системі Міністерства оборони України”. URL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1164-24#n7>.
7. Технічні вимоги до ударного дрону одноразового використання роторного типу (ударний БпАК І класу тактичний (мікро, міні) з БпЛА разового застосування із системою FPV) затверджені МО України 03.05.2024. – 2 с.
8. Технічні вимоги до ударного дрону багаторазового використання мультироторного типу малого радіусу дії (ударного безпілотного авіаційного комплексу (міні, тактичний поля бою) типу “мультикоптер”) затверджені МО України 03.05.2024. – 2 с.
9. Технічні вимоги до розвідувального безпілотного авіаційного комплексу з безпілотними літальними апаратами літакового типу малого радіусу дії затверджені МО України 03.05.2024. – 2 с.

Надійшла до редколегії 25.10.2024

Схвалена до друку 10.11.2024

Відомості про авторів:

Жданов Сергій Васильович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
провідний науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-4446-212X>

Ісакжанов Рустам Аділжанович

старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3287-8446>

Діденко Юрій Леонідович

старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-0008-3892>

Information about the authors:

Serhii Shdanov

Candidate of Technical Sciences
Senior Researcher
Leading Researcher
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-4446-212X>

Rustam Isakzhanov

Senior Researcher
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3287-8446>

Yuriy Didenko

Senior Researcher
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-0008-3892>

**EXPERT METHOD
ASSESSMENTS OF COMPLIANCE OF THE TACTICAL AND TECHNICAL CHARACTERISTICS
OF UNMANNED AVIATION COMPLEXES WITH THEIR TECHNICAL REQUIREMENTS**

S. Shdanov, R. Isakzhanov, Y. Didenko

An expert method for evaluating the compliance of the tactical and technical characteristics of an unmanned aerial vehicle (UAV) with the technical requirements for this type of UAV, which are in force in the Ministry of Defense of Ukraine, and the formation of proposals for the admission to operation of an UAV on the basis of the received assessment is proposed.

The advantage of the expert method is the involvement of experts in the subject area who are highly qualified and have practical experience in the combat use of this type of UAV and can answer the question of which tactical and technical characteristics are more priority and which are less and form the appropriate rating.

In order to obtain a representative sample of expert evaluations, only the evaluations of operators with a total flight time of at least 400 (four hundred) hours on this type of UAV were left.

The experts' evaluations were obtained according to two levels of decomposition, at the first level, the assessment of the priority of UAV functions, at the second level, the assessment of each individual indicator in the middle of the function.

Determination of weighting coefficients of indicators based on an expert survey of operators impact drones of the rotor type with the FPV system.

The program is described in the Visual Basic for Applications (VBA) programming language, which implements the calculation algorithm using the expert method, examples of calculations and the formation of proposals are given, and further directions for program modernization are determined.

The proposed logic of the program during formation proposals regarding the admission of UAV to operation depending on the overall assessment in percentages for three variants of issuing a message to the user: "it is advisable not to grant admission to operation", "it is advisable to improve the performance characteristics to a level of at least 75%", "it is advisable to grant admission to operation". An example of the software code for the implementation of the calculation and the algorithm for issuing a text message regarding the formation of a proposal for admission to the operation of UAV is given.

It is recommended to use this program as a tool to speed up the process of preparing substantiated proposals on the expediency or impracticality of admitting UAV to operation in Armed Forces of Ukraine.

Keywords: UAV, tactical and technical characteristics, technical requirements, conformity assessment, expert method, software, database