УДК 004.5:629.7.05:004.92

РОЗРОБКА МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ АВІАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ

[1]Олександр СУПРУН, [2] П.В. ГАЛКИН
[1]доцент, кафедра МСТ, ХНУРЕ
[2]старший викладач, кафедра ПЕЕА, ХНУРЕ

Abstract. *The paper examines the development of multimedia interfaces for unmanned aerial system control. Modern requirements for visualization of telemetry, navigation data, video streams, and operator interaction are analyzed. UI/UX design principles for ground control stations are considered. A generalized model for evaluating the efficiency of multimedia control interfaces is proposed, taking into account information visibility, response speed, ergonomics, and operator workload.*

Keywords: *unmanned aerial systems, multimedia interface, ground control station, UI/UX, telemetry visualization, drone control.*

Сучасні безпілотні авіаційні системи (БАС) активно використовуються у сфері моніторингу територій, картографування, сільського господарства, логістики, екологічних досліджень, охорони інфраструктури, оборонних операцій та виробництва мультимедійного контенту. Стрімкий розвиток безпілотних технологій супроводжується постійним збільшенням обсягів інформації, яку оператор повинен аналізувати під час виконання польотного завдання. Тому ефективність роботи безпілотного комплексу визначається не лише технічними характеристиками літального апарата, а й якістю інформаційної взаємодії людини з програмно-апаратним комплексом керування [1, 2].

Основним інструментом такої взаємодії виступає мультимедійний інтерфейс наземної станції керування. Саме він забезпечує відображення телеметричних даних, координат польоту, відеопотоків із бортових камер, картографічної інформації, службових повідомлень та параметрів стану системи. Від якості організації інтерфейсу значною мірою залежить швидкість прийняття рішень оператором, рівень ситуаційної обізнаності та безпека виконання місії [3].

Особливістю сучасних комплексів керування БАС є необхідність одночасної обробки великої кількості різнорідної інформації. Оператор повинен контролювати маршрут руху апарата, висоту польоту, швидкість, рівень заряду акумуляторів, стабільність каналів зв’язку, стан навігаційних систем та результати відеоспостереження. За відсутності грамотної організації інформаційного простору це може призводити до перевантаження уваги користувача, зростання часу реакції та виникнення помилок під час виконання критичних операцій. Тому одним із ключових завдань проєктування сучасних систем керування є створення зрозумілого та інтуїтивно доступного мультимедійного середовища.

При розробці мультимедійних інтерфейсів доцільно використовувати принципи UI/UX-дизайну, когнітивної ергономіки та інформаційної візуалізації. До основних вимог належать мінімізація надлишкових елементів, логічне групування інформації, підтримка швидкого доступу до основних функцій, адаптивність інтерфейсу та зменшення когнітивного навантаження на оператора. Важливим є використання кольорового кодування та графічних

індикаторів для оперативного виявлення аварійних ситуацій. Наприклад, критичні повідомлення можуть відображатися контрастними кольорами або супроводжуватися звуковими сигналами, що дозволяє оператору швидше реагувати на зміни польотної ситуації [4].

Особливе значення має організація роботи з відеопотоком. У більшості сучасних БАС відеозображення є основним джерелом інформації про навколишнє середовище та об'єкти спостереження. Тому мультимедійний інтерфейс повинен забезпечувати високу якість відображення відеоданих, підтримку цифрового масштабування, побудову інформаційних накладок поверх зображення та інтеграцію з картографічними сервісами. Додатковим напрямом розвитку є впровадження елементів доповненої реальності, коли критично важлива інформація відображається безпосередньо на відеозображенні в режимі реального часу [5, 6].

Важливу роль у розвитку сучасних систем відіграють технології штучного інтелекту та комп'ютерного зору. Інтеграція алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматично розпізнавати об'єкти, визначати їхні координати, класифікувати цілі, контролювати небезпечні зони та прогнозувати траєкторії руху. Використання таких технологій значно знижує навантаження на оператора, оскільки частина аналітичних функцій передається програмним засобам. Крім того, системи на основі штучного інтелекту можуть адаптувати структуру інтерфейсу відповідно до поточної ситуації, приховуючи другорядні дані та акцентуючи увагу на найважливішій інформації.

Перспективним напрямом також є застосування технологій віртуальної та доповненої реальності для створення нових форматів взаємодії з безпілотними системами. Такі рішення дозволяють формувати інтерактивне тривимірне середовище керування, підвищуючи рівень ситуаційної обізнаності оператора та покращуючи точність просторового сприйняття під час виконання складних місій. Для оцінювання ефективності мультимедійного інтерфейсу пропонується використовувати узагальнену модель:

$$E_m = w_1 V + w_2 R + w_3 E - w_4 L, \quad \Sigma w_i = 1 \tag{1}$$

де E_m – інтегральна оцінка ефективності інтерфейсу; V – рівень візуальної зрозумілості інформації; R – швидкість реакції системи; E – ергономічність інтерфейсу; L – когнітивне навантаження на оператора; w_1–w_4 – вагові коефіцієнти критеріїв.

Для оцінювання рівня ситуаційної обізнаності оператора доцільно використовувати показник:

$$SA = \alpha I + \beta T + \gamma A, \quad \alpha + \beta + \gamma = 1 \tag{2}$$

де SA – рівень ситуаційної обізнаності (Situation Awareness); I – повнота отриманої інформації; T – актуальність і своєчасність відображення даних; A – точність сприйняття поточної ситуації оператором; α, β, γ – вагові коефіцієнти факторів.

Значення показника SA може використовуватися для аналізу ефективності різних варіантів інформаційної архітектури інтерфейсу та визначення ступеня впливу окремих мультимедійних компонентів на якість прийняття рішень. Окремої уваги потребує оцінювання когнітивного навантаження користувача, яке можна подати у вигляді залежності

$$L = k_1 N + k_2 F + k_3 C \tag{3}$$

де L – сумарне когнітивне навантаження; N – кількість інформаційних елементів, що одночасно відображаються на екрані; F – частота оновлення даних; C – рівень складності взаємодії з інтерфейсом; k_1, k_2, k_3 – емпіричні коефіцієнти.

Формула (3) демонструє, що збільшення кількості віджетів, графічних індикаторів або повідомлень може негативно впливати на швидкість прийняття рішень оператором. Тому під час проєктування мультимедійного середовища необхідно забезпечувати оптимальний рівень інформаційної насиченості та уникати перевантаження екранного простору другорядними елементами.

Запропоновані моделі мають концептуальний характер та можуть використовуватися для порівняльного аналізу різних варіантів організації мультимедійного середовища. Комплексна оцінка дозволяє враховувати як технічні характеристики програмного забезпечення, так і особливості людського сприйняття інформації. Практичне застосування подібних моделей сприяє підвищенню ефективності розробки систем керування та їхньої подальшої оптимізації, а також створює основу для впровадження адаптивних інтелектуальних інтерфейсів нового покоління у безпілотних авіаційних комплексах. Таким чином, упровадження сучасних підходів до UI/UX-проєктування дозволяє підвищити безпеку польотів, знизити когнітивне навантаження на оператора, покращити якість виконання місій та розширити можливості використання безпілотних авіаційних систем у різних галузях діяльності.

Список літератури

1. Syromiatnykova D., Suprun O. Technological Innovations in Augmented Reality Systems for Art Performances // Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених. Харків: ХНЕУ, 2026. С. 190.
2. Suprun O. O., Taranenko S. B. Development of a Hybrid Visual-Inertial SLAM Algorithm for Dynamic Stage Environments // *Radio Electronics, Computer Science, Control*. 2021. P. 167–170.
3. Bostanci E., Kanwal N., Clark A. F. Augmented reality applications for cultural heritage using Kinect. Human-centric Computing and Information Sciences. 2015. 5, 20. DOI: 10.1186/s13673-015-0040-3.
4. Banterle F. et al. LecceAR: An Augmented Reality App. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. 2015. DOI: 10.55630/dipp.2015.5.9.
5. Yang S. Application and Effectiveness Evaluation of Augmented Reality Technology in History Museum Exhibitions. Applied Mathematics and Nonlinear Sciences. 2024. DOI: 10.2478/amns-2024-1668.
6. An Augmented Reality Mobile App for Recognizing and Visualizing Museum Exhibits. Computers. 2025. 14(11), 492. DOI: 10.3390/computers14110492.