

Андрій БИКОВ

старший викладач,

кафедри «Інформаційних технологій проектування»

факультет Літакобудування

Національного аерокосмічного університету

ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна

e-mail: a.bykov@khai.edu,

ORCID: 0000-0002-7184-4994

ІНТЕГРАЦІЯ ТА ВПЛИВ XR ТЕХНОЛОГІЙ В АВІАЦІЙНІЙ ТА КОСМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

Анотація: Технології розширеної реальності (XR), що охоплюють віртуальну реальність (VR), доповнену реальність (AR) і змішану реальність (MR) швидко трансформують галузі по всьому світу. Авіаційний і космічний сектори, відомі своїми технологічними інноваціями та складністю не є винятком. В Україні технології розширеної реальності застосовуються для підвищення ефективності навчання пілотів, технічного обслуговування та експлуатації. У цих тезах досліджується інтеграція та вплив XR технологій в авіаційній та космічній промисловості. Розглядається як ці передові інструменти можуть змінити авіаційну промисловість і позиціонують Україну як ключового гравця в глобальному аерокосмічному ландшафті. Дослідження підкреслює зростаючий вплив XR, його виклики та можливості для подальшого розвитку в аерокосмічній галузі.

Ключові слова: віртуальна реальність (VR), доповнена реальність (AR) і змішана реальність (MR), іммерсивні технології, потенціал розвитку.

INTEGRATION AND IMPACT OF XR TECHNOLOGIES IN AVIATION AND SPACE INDUSTRY

Abstract: Augmented Reality (XR) technologies, spanning Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) and Mixed Reality (MR), are rapidly transforming industries around the world. The aerospace sector, known for its technological innovation and complexity, is no exception. In Ukraine, augmented reality technologies are used to increase the efficiency of pilot training, maintenance and operation. These theses explore the integration and impact of XR technologies in the aerospace industry. It looks at how these advanced tools can change the aviation industry and position Ukraine as a key player in the global aerospace landscape. The research highlights the growing impact of XR, its challenges and opportunities for further development in the aerospace industry.

Keywords: virtual reality (VR), augmented reality (AR) and mixed reality (MR), immersive technologies, development potential.

Розширена реальність (XR) — це інноваційна технологія, яка дозволяє поєднувати реальне та віртуальне середовища, надаючи користувачам інтерактивний досвід, який покращує їх сприйняття та взаємодію з різноманітними даними. Все це стало можливим завдяки відомих всім технології занурення, таких як віртуальна реальність (VR), доповнена реальність (AR) і змішана реальність (MR) [1]. В аерокосмічній галузі ці технології знайшли критичне застосування в різних областях, включаючи навчання пілотів, проектування

літаків, технічне обслуговування, моделювання космічних польотів і управління супутниками [2].

У всьому світі провідні аерокосмічні компанії, такі як Boeing, Airbus, SpaceX і NASA інтегрували XR у свою діяльність. Це допомогло зменшити витрати, підвищити точність і безпеку персоналу, інженерів і пілотів. Україна, де розташовані такі відомі аерокосмічні компанії, як Антонов і Конструкторське бюро «Південне» також мають напрацювання, визнаючи потенціал XR для розвитку своїх авіаційних і космічних можливостей. Важливо щоб Українські аерокосмічні компанії продовжували оптимізувати процеси та впроваджувати інновації способами, які раніше були недоступними [3].

1. Технології розширеної реальності в авіаційній промисловості

Проектування та виготовлення літаків. Технології розширеної реальності зробили революцію в процесах проектування та виробництва літаків, уможлививши та спростивши створення віртуальних прототипів, а також співпрацю в режимі реального часу. Зокрема, доповнена реальність використовується для накладення цифрових моделей на фізичні компоненти, допомагаючи інженерам і технікам візуалізувати складні конструкції літальних апаратів [4]. Таке використання однієї з ключових технологій XR дозволяє виявити недоліки конструкції та оптимізувати процеси складання.

Інженери в авіаційній промисловості використовують доповнену реальність для взаємодії з віртуальними 3D-моделями компонентів літака на етапі проектування. Це дозволяє їм експериментувати з різними конфігураціями дизайну, зменшуючи потребу у фізичних прототипах і скорочуючи час розробки [5]. Доповнена реальність також використовується на етапі виробництва, щоб керувати складальними групами виконання складних завдань, забезпечуючи точність і покращуючи контроль якості.

Навчання пілотів та симуляції нестандартних ситуацій. Одним із найбільш значущих застосувань XR технологій в сьогоdnішніх реаліях є навчання пілотів. Хоча традиційні авіасимулятори ефективні, але вони дорогі в обслуговуванні, мають обмеження щодо гнучкості налаштувань і складні механізми, що впливає на їх формфактор [6]. Симулятори польотів на основі віртуальної реальності пропонують захоплюючу та економічно ефективну альтернативу, дозволяючи пілотам відпрацьовувати складні маневри, аварійні процедури та протоколи польоту у надзвичайно реалістичному віртуальному середовищі. Використання зв'язки комп'ютерної графіки і програмування віртуальних середовищ дозволяє пілотам випробувати широкий спектр сценаріїв польоту, від зльотів і посадок до навігації в суворих погодних умовах [7]. А імерсивний характер таких розробок дозволяє пілотам розвивати м'язову пам'ять і навички прийняття рішень без ризиків,

пов'язаних з тренуваннями в реальному житті. Приклад схеми взаємодії з системою авіатренажера зображено на рисунку 1.

Технічне обслуговування та експлуатація. Технології доповненої і змішаної реальності також відіграють вирішальну роль в обслуговуванні літаків. Працівники технічного обслуговування літаків і гелікоптерів можуть використовувати гарнітури (окуляри), планшети або смартфони, щоб отримувати інформацію про системи літака в режимі реального часу. Також при навчанні персоналу важливо мати швидкий доступ до цифрових посібників і отримувати покрокові інструкції для виконання складних завдань з ремонту [8]. Таке використання наведених технологій покращує ефективність і зменшує ймовірність людської помилки. Поширеним прикладом використання доповненої реальності в провідних аерокосмічних компаніях є виявлення проблем у двигунах літаків або системах керування, накладаючи технічні дані на компоненти реального світу. Все це дозволяє швидше проводити діагностику та ремонт, мінімізуючи час простою літака та забезпечуючи вищий рівень експлуатаційної готовності [9].

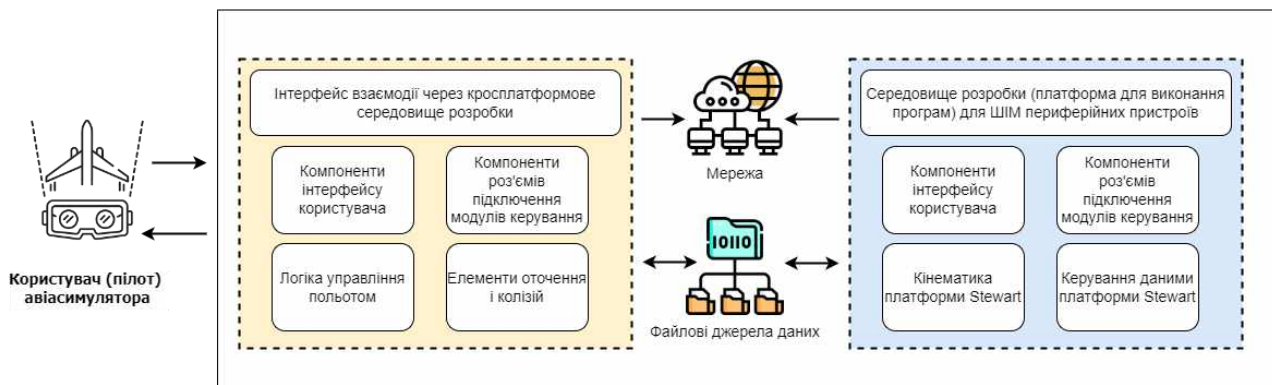


Рис. 1 – Схема архітектури взаємодії користувача з системою авіатренажера

2. Технології розширеної реальності в космічній галузі

Симулятори космічних місій. У космічному секторі технології віртуальної реальності використовується для симуляції (моделювання) сценаріїв різнопланових місій, дозволяючи астронавтам та інженерам передових компаній відпрацьовувати завдання перед їх виконанням у космосі [10]. Такі симуляції можуть достатньо реалістично відтворювати умови космосу, включаючи нульову гравітацію, екстремальні температури та радіаційне опромінення, що дозволяє астронавтам практикувати операції в безпечному середовищі.

Ключові гравці у світовій космічній галузі, використовують технологію VR для моделювання запусків супутників. Максимально відтворені VR-середовища дозволяють планувальникам місій та інженерам візуалізувати траєкторії космічних кораблів, оцінювати

ризиків місії та вдосконалювати операційні стратегії перед запуском супутників на орбіту [11].

Проектування супутників і космічних апаратів. Технології розширеної реальності змінюють те, як українські інженери проектують і випробовують в цілому, але це повинно стосуватися і космічних кораблів та супутникових систем [12]. За допомогою віртуальної реальності та доповненої реальності дизайнери можуть віртуально досліджувати інтер'єр космічного корабля, тестувати компоненти у віртуальному середовищі або ознайомлюватися з інфраструктурою і зовнішнім виглядом проекту «Місячна промислово-дослідна база» розробки КБ «Південне». На рисунку 2 представлено приклад загальної схеми роботи змішаної реальності, що може бути використано для проектування, демонстрації можливостей XR технологій в авіаційному і космічному секторі.

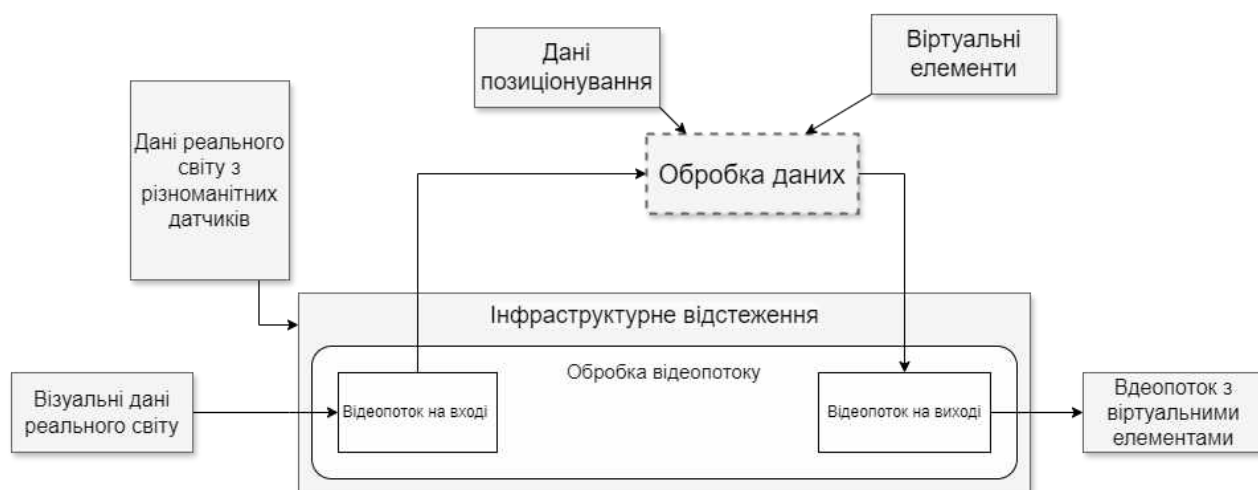


Рис. 2 – Загальна схема роботи системи змішаної реальності

3. Виклики та можливості XR в українській аерокосмічній галузі

Незважаючи на те, що інтеграція XR-технологій в українську авіаційну та космічну галузі пропонує величезний потенціал, існують проблеми, які необхідно вирішити. Вартість впровадження XR-рішень, особливо в галузі, яка вимагає високих стандартів точності та безпеки, може бути значною. Хоча порівняно з залученням інших технологій вона значно дешевша. Але крім того, розвиток необхідної інфраструктури та навчання персоналу для роботи з технологіями розширеної реальності вимагає інвестицій та довгострокового планування [13]. На протидію складності можна зазначити, що імерсивні (гейміфіковані) розробки краще сприймаються молодими спеціалістами. Тому щодо залучення молоді в

напрямку застосування технологій XR, щодо авіаційної та космічної галузей буде більш сприятливим.

Можливості XR в аерокосмічному секторі України величезні і тільки на початковому рівні застосування. Вони ще допоможуть Україні зберегти свою конкурентоспроможність на світовому ринку за рахунок зниження витрат на виробництво, підвищення ефективності та безпеки як в авіації, так і в космосі [14]. Крім того, XR дає можливості для співпраці з міжнародними аерокосмічними фірмами та організаціями, позиціонуючи Україну як центр розвитку і використання новітніх технологій.

Висновки

Інтеграція XR-технологій в українську авіаційну та космічну промисловість є важливою подією, яка може революціонізувати дизайн, технічне обслуговування та експлуатацію літаків і космічних кораблів. Завдяки використанню віртуальної реальності для навчання пілотів і проектування та обслуговування літаків, а також в цілому технологіям розширеної реальності для моделювання космічних польотів українські аерокосмічні компанії, такі як «Антонов» і «Південне», можуть бути лідерами впровадження цих передових інструментів. Оскільки подібні технології тільки на початковому етапі залучення у виробництві України, наші люди готові навчатися і відігравати важливу роль у майбутньому глобальних аерокосмічних інновацій.

Список використаних джерел:

1. Doolani, S., Wessels, C., Kanal, V., Sevastopoulos, C., Jaiswal, A., Nambiappan, H., & Makedon, F. (2020). A review of extended reality (xr) technologies for manufacturing training. *Technologies*, 8(4), 77.
2. Pechlivanis, K., Ziakkas, D., & Flores, A. D. C. (2023, July). Extended Reality in Aviation Training: The Commercial Single Pilot Operations Case. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 228-239). Cham: Springer Nature Switzerland.
3. Хміль, Н. А., Галицька-Дідух, Т. В., & Цяньці, В. (2023). Використання віртуальної та доповненої реальності в українській освіті. *Академічні візії*, (22).
4. Ziakkas, D., Flores, A. D. C., & Natakusuma, H. C. (2023). The Implementation of Immersive Technologies-Artificial Intelligence (AI) in Aviation Collegiate Education: A Simple to Complex Approach.
5. Li, S. (2023). Design and Development of Aviation Aircraft Maintenance Training Platform Based on VR Technology. *Procedia Computer Science*, 228, 898-906.
6. Duruaku, F., Nguyen, B., Sonnenfeld, N. A., & Jentsch, F. G. (2024, August). Unveiling Virtual Reality Overheads and Their Potential Impact on Flightcrew Training. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (p. 10711813241276484). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
7. Pechlivanis, K., Ziakkas, D., & Flores, A. D. C. (2023, July). Extended Reality in Aviation Training: The Commercial Single Pilot Operations Case. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 228-239). Cham: Springer Nature Switzerland.

8. Peng, C. C., Chang, A. C., & Chu, Y. L. (2022, April). Application of augmented reality for aviation equipment inspection and maintenance training. In 2022 8th International Conference on Applied System Innovation (ICASI) (pp. 58-63). IEEE.
9. Brown, C., Hicks, J., Rinaudo, C. H., & Burch, R. (2023). The use of augmented reality and virtual reality in ergonomic applications for education, aviation, and maintenance. *Ergonomics in Design*, 31(4), 23-31.
10. Damjanov, K., & Crouch, D. (2019). Virtual reality and space tourism. In *Space tourism* (Vol. 25, pp. 117-137). Emerald Publishing Limited.
11. Olbrich, M., Graf, H., Keil, J., Gad, R., Bamfaste, S., & Nicolini, F. (2018). Virtual reality based space operations—a study of ESA’s potential for VR based training and simulation. *VAMR 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20, 2018, Proceedings, Part I 10* (pp. 438-451). Springer International Publishing.
12. McHenry, N., Spencer, J., Zhong, P., Cox, J., Amiscaray, M., Wong, K. C., & Chamitoff, G. (2021, March). Predictive xr telepresence for robotic operations in space. In *2021 IEEE Aerospace Conference (50100)* (pp. 1-10). IEEE.
13. Ross, G., & Gilbey, A. (2023). Extended reality (xR) flight simulators as an adjunct to traditional flight training methods: a scoping review. *CEAS Aeronautical Journal*, 14(4), 799-815.
14. Netti, V., Bannova, O., Kaur, J., & Spolzino, R. (2023). Mixed Reality (XR) as a validation method for digital modeling of space habitats. In *Earth and Space 2022* (pp. 885-892).