Тетяна БИКОВА
здобувачка ІІІ освітньо-наукового ступеня (PhD)
кафедри інформаційних технологій
проектування факультету літакобудування
Національного аерокосмічного університету
ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна
e-mail: t.a.bykova@khai.edu,
ORCID: 0000-0003-4323-6075

ВПРОВАДЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ В АВІАЦІЙНО-КОСМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Анотація: Розвиток комп'ютерних систем в авіаційно-космічній промисловості України відіграє надважливу роль, як і сама авіаційно-космічна галузь для економіки, наукового розвитку та обороноздатності країни. Розглянуто історію розвитку авіаційно-космічної галузі в Україні та послідовність впровадження комп'ютерних систем. Враховуючи такі можливості, як повний цикл розробки та ремонту авіаційної техніки, активне розвинення комп'ютерних систем для покращення та пришвидшення процесів є пріоритетним. Наведено приклади комп'ютерних систем польоту та технологій автоматизації, які активно використовуються у даний час, сфери їх використання та яким чином ці технології впливають на полегшення роботи. Підсумована важливість впровадження та розвитку автоматизації, цифровізації та використання комп'ютерних систем управління польотом та перспективи для подальшого розвитку української авіаційної промисловості.
Ключові слова: Комп'ютерні системи польоту, автоматизація, інформаційні технології, авіаційна промисловість.

IMPLEMENTATION AND DEVELOPMENT OF COMPUTER SYSTEMS IN THE AEROSPACE INDUSTRY

Abstract: The development of computer systems in the aerospace industry of Ukraine plays a crucial role, as well as the aerospace industry itself, for the economy, scientific development and defense capability of the country. The history of development of the aerospace industry in Ukraine and the sequence of implementation of computer systems are considered. Given such opportunities as the full cycle of development and repair of aircraft, the active development of computer systems to improve and accelerate processes is a priority. Examples of computer flight systems and automation technologies that are currently in active use, their areas of application, and how these technologies affect the facilitation of work are given. The importance of the introduction and development of automation, digitalization and use of computerized flight control systems and prospects for further development of the Ukrainian aviation industry are summarized.
Keywords: Computer flight systems, automation, information technology, aviation industry.

Розвиток комп'ютерних систем в авіаційно-космічній галузі України розпочався ще у 50-х роках зі створення таких відомих КБ, як «Південе» у місті Дніпро та «Антонов» у місті Київ, де проводились передові науково-дослідні роботи. КБ «Південе» стало центром розробки балістичних ракет та ракет, які використовувались у космічній промисловості,

інженери активно працювали над розробкою комп’ютерних систем для наведення та управління ракетами, саме ці системи забезпечували точність та надійність, необхідні для військових та космічних запусків. КБ «Антонов» в свою чергу став лідером у галузі розробки транспортних літаків, у тому числі важких вантажних літаків, які потребують високоточних бортових комп’ютерних систем. Навіть для моделювання аеродинаміки, управління навантаженням та оптимізації польотів у конструкцію цих літаків інтегрували спеціальні комп'ютерні рішення. Такі системи сприяли успіху літаків Ан-124 «Руслан» і Ан-225 «Мрія», які на момент створення були найбільшими в світі за вантажопідйомністю. Це поклало початок розвитку та впровадженню комп’ютерних систем в авіаційно-космічній галузі України.

На сучасному етапі авіаційно-космічна галузь України активно використовує автоматизовані системи для підвищення продуктивності та якості. Завдяки автоматизації підприємства, такі як ДП «Антонов» та КБ «Південне», можуть створювати складні компоненти та збирати конструкції, мінімізуючи людський фактор і підвищуючи точність. Автоматизовані роботизовані системи, керовані програмним забезпеченням, полегшують процеси обробки деталей, зварювання, зборки та контролю якості.

Наразі для полегшення проєктування та виготовлення дуже активно використовують такі технології, як цифровий двійник, CAD/CAM/CAE-системи в проектуванні, системи управління виробництвом (ERP), автоматизація тестування та контролю якості, розвиток автоматизованих логістичних систем та підготовка кадрів для роботи з цифровими технологіями.

Цифровий двійник — це віртуальна модель фізичного об’єкта, яка дозволяє проводити випробування і симуляції без використання реальних прототипів. В Україні застосування цифрових двійників дозволяє моделювати поведінку літаків та космічних апаратів в реальних умовах. Наприклад, цифровий двійник може допомогти вивчити поведінку конструкції під час запуску, в польоті або при різних погодних умовах. Це дозволяє значно скоротити час і витрати на створення нових продуктів, мінімізуючи ризик помилок на етапі виробництва [1].

Українські авіаційно-космічні підприємства використовують системи CAD (Computer-Aided Design) для проектування та CAM (Computer-Aided Manufacturing) для виробництва, CAE (Computer Aided Engineering) для інженерного аналізу. CAD-системи дозволяють інженерам створювати тривимірні моделі, які можна детально тестувати, оптимізувати і змінювати в цифровому середовищі, ще до початку фізичного виробництва. CAM-системи, у свою чергу, забезпечують управління виробничими процесами за допомогою комп'ютерів, що дозволяє створювати високоточні компоненти і скорочує час виробництва. CAE дозволяє

виконати складні чисельні розрахунки за допомогою комп'ютерної техніки, що, як правило, ґрунтуються на використанні методу кінцевих елементів [2].

Інтегровані ERP-системи (Enterprise Resource Planning) дозволяють авіаційним підприємствам України централізовано керувати різними етапами виробництва – від закупівель і складування матеріалів до контролю якості та відправлення готової продукції. Ці системи дають змогу в режимі реального часу відстежувати кожен етап виробництва, оптимізувати використання ресурсів, планувати процеси і швидко реагувати на зміни. Це особливо важливо для виробництва авіаційної і космічної техніки, де необхідна висока точність і своєчасність виконання замовлень [3].

Автоматизація тестування та контролю якості. Авіаційно-космічні технології вимагають надзвичайно високих стандартів якості та надійності. В Україні для тестування виробів використовуються автоматизовані системи контролю, які виконують ультразвукові, рентгенівські та інші види аналізів. Автоматизовані системи збору даних дозволяють виявляти навіть найменші дефекти в компонентах і збірках. Завдяки цим технологіям контроль якості здійснюється швидше і з більшою точністю, що є критично важливим для забезпечення безпеки літаків і космічних апаратів [4].

Авіаційно-космічне виробництво передбачає складні ланцюги постачання, особливо при роботі з імпортними матеріалами. Автоматизовані логістичні системи, керовані програмним забезпеченням, допомагають підприємствам оптимізувати закупівлі, складування та доставку компонентів. Це дозволяє забезпечувати безперервність виробничого процесу і знижувати затрати на логістику, що особливо актуально в умовах міжнародних поставок.

Перехід до автоматизації та цифровізації виробництва вимагає підготовки фахівців, здатних працювати з новітнім програмним забезпеченням та обладнанням. В Україні університети та спеціалізовані навчальні центри розробляють програми для навчання інженерів, техніків і операторів роботизованих систем, щоб забезпечити високу кваліфікацію кадрів. Інженери навчаються працювати з CAD/CAM системами, системами аналізу даних, а також із технологіями IoT, що необхідно для підтримки високотехнологічного виробництва.

Найкращим прикладом використання комп'ютерних систем є розробка систем управління польотам у небі та космосі. Комп'ютерні системи управління польотом є основою надійного та точного керування сучасними літаками і космічними апаратами. У авіаційно-космічній галузі України такі системи використовуються як для цивільної авіації, так і для військових і космічних проектів. Вони забезпечують стабільність, навігацію, автоматизацію управління, зниження навантаження на пілотів і сприяють безпеці польотів.

Є декілька видів систем, які найчастіше використовуються: FMS (Flight Management System), AFCS (Automatic Flight Control System), інерційних навігаційних систем (INS) і глобальних навігаційних систем (GPS), FDAU (Flight Data Acquisition Unit), TCAS (Traffic Collision Avoidance System), інтеграція бортових комп'ютерів для комплексного управління, моделювання та симуляція польотів.

FMS (Flight Management System) — це комплексна система управління польотом, яка інтегрує дані навігації, бортових приладів і паливного забезпечення. В українських літаках FMS дозволяє задавати маршрут польоту, висоту, швидкість, коригувати траєкторію і стежити за точним виконанням завдання. На основі введених даних система автоматично розраховує і контролює оптимальні параметри польоту, що сприяє економії палива і підвищенню точності навігації [5].

AFCS (Automatic Flight Control System) — це автоматизована система, що підтримує стабільний політ літака, забезпечуючи контроль над параметрами польоту. Вона відповідає за автоматичне управління висотою, курсом і швидкістю польоту. В українських літаках AFCS використовується для підтримки стабільності польоту навіть в умовах турбулентності та підвищує безпеку, дозволяючи пілотам зосереджуватися на ключових завданнях. AFCS знижує ризик помилок, що особливо важливо для тривалих перельотів і польотів на великі відстані [6].

Інтеграція інерційних навігаційних систем (INS) і глобальних навігаційних систем (GPS) забезпечує високу точність у визначенні місцезнаходження літака або ракети в реальному часі. INS розраховує положення апарату на основі його прискорення і швидкості, тоді як GPS забезпечує глобальне позиціонування на основі супутникових даних. Комбінуючи ці дві системи, українські літальні апарати можуть точно слідкувати за траєкторією і швидко коригувати курс в разі необхідності. Це особливо важливо для космічних запусків і військових літальних апаратів [7].

FDAU (Flight Data Acquisition Unit) відповідає за збір і обробку всіх параметрів польоту: висоти, швидкості, кута нахилу, температури, рівня палива тощо. Ці дані використовуються для контролю польоту, забезпечення безпеки та підготовки звітів після польоту. У космічних апаратах FDAU може збирати інформацію про стан різних систем і передавати її на Землю для моніторингу. Це важливо для оперативного аналізу і прийняття рішень у випадку позаштатних ситуацій [8].

Системи уникнення зіткнень (Traffic Collision Avoidance System) застосовуються для зниження ризику аварій у повітрі. TCAS моніторить положення і напрямок руху інших літальних апаратів поблизу, попереджаючи екіпаж про можливі загрози. Українські літаки, особливо пасажирські та військові, використовують TCAS для автоматичного визначення

небезпеки зближення з іншими літаками, що забезпечує високу безпеку польотів. У разі необхідності система надає рекомендації щодо маневру для уникнення зіткнення [9].

Інтеграція бортових комп'ютерів для комплексного управління

Українські авіаційні та космічні апарати обладнані інтегрованими бортовими комп'ютерами, які об'єднують інформацію з різних систем управління польотом. Це дозволяє створити єдину мережу, в якій дані з усіх сенсорів і підсистем обробляються централізовано. Завдяки цьому можливий високоточний контроль польоту, швидке реагування на будь-які зміни, а також гнучке управління, яке дозволяє адаптуватися до умов польоту. Інтеграція таких систем є одним із найважливіших елементів для управління сучасними літальними апаратами, оскільки дозволяє працювати з великими обсягами інформації в реальному часі.

Моделювання та симуляція польотів

Перед запуском як авіаційних, так і космічних апаратів використовуються комп'ютерні симулятори для перевірки всіх етапів польоту. Це дозволяє інженерам передбачити можливі проблеми і виявити слабкі місця в системі управління. Наприклад, симулятори можуть моделювати складні умови, такі як екстремальна турбулентність, відмова датчиків або зміна траєкторії. Успішні симуляції забезпечують безпеку реальних польотів і мінімізують ризики [10].

Таким чином, автоматизація, цифровізація та комп'ютерні системи управління польотом відіграють ключову роль у розвитку авіаційно-космічної галузі України. Це дозволяє значно підвищити продуктивність, якість і конкурентоспроможність продукції, а також підвищити точність навігації, стабільність польотів, безпеку екіпажів та автоматизують більшість завдань, пов'язаних з польотами. Це робить можливим створення сучасних літальних апаратів, здатних конкурувати на міжнародному рівні.

Список використаних джерел:

1. Назаренко, С. О., Ткачук, М. А., Марусенко, С. І., & Бісик, С. П. (2023). Цифрові двійники–передові технології підвищення обороноздатності: огляд.

2. Kasik, D. J. (2024). Developing and using CAD/CAM/CAE systems in Boeing. IEEE Annals of the History of Computing.

3. Шпак, Н. С. (2020). Моделювання процесу впровадження ERP-системи на промисловому підприємстві.

4. Василін, В. В. (2023). ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРИ ПОВНІЙ АВТОМАТИЗАЦІЇ НА ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ (Doctoral dissertation, Українська інженерно-педагогічна академія).

5. Wang, G., Gu, C., Li, J., Wang, J., Chen, X., & Zhang, H. (2023). Heterogeneous Flight Management System (FMS) Design for Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): Current Stages, Challenges, and Opportunities. Drones, 7(6), 380. Pyvovar M., Pogudina O., Kritskiy D. Visualization of the Flight of Unmanned Aerial Vehicles according to the "Master– Slave" Model. Central European Researchers Journal. 2021. Vol. 7. No. 2. P. 40-45.

6. Sadraey, M. (2020). Automatic flight control systems. Morgan & Claypool Publishers.

7. Мушкєй, А. І. (2024). Корекція платформних інерціальних навігаційних систем від супутникової навігаційної системи.

8. Wardana, T. K., Pranoto, F. S., Bahri, S., Suseno, P. A. P., & Bintoro, A. (2020, April). Initial design of flight data acquisition unit (FDAU). In AIP Conference Proceedings (Vol. 2226, No. 1). AIP Publishing.

9. Belkin, V. V., & Yanovsky, F. J. (2007, March). Aircraft collision avoidance system. In 2007 IEEE Aerospace Conference (pp. 1-9). IEEE.

10. Бабенко, М. С. (2024). Система моделювання поведінки літаючого об'єкту в 3D просторі.