

УДК 629.735:004.94:62-5

ВПЛИВ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ НА ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПРОЄКТУВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Балобан А. Ю., Гришанова І. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: baloban.anastasiia@gmail.com, irgryshanova@gmail.com

За останні десятиліття спостерігається стрімкий розвиток комп'ютерно інтегрованих технологій в галузі розробки літальних апаратів. Їхнє створення суттєво трансформується завдяки численним інноваціям, що змінюють як стратегію ведення бізнесу, так і технічні підходи до проєктування. Сучасні тренди не тільки формують загальний вектор розвитку галузі, але й забезпечують появу конкретних рішень, які дозволяють оптимізувати процеси проєктування, виробництва та експлуатації літальних апаратів. У цій статті розглянуто основні технологічні тенденції, підтверджені численними дослідженнями та галузевими оглядами.

Перш за все, варто зазначити, що розвитку сектора виробництва авіаційної та космічної техніки сприяє широке впровадження цифрових технологій. Такі зміни дозволяють використання мультифізичних моделювань та загальне підвищення точності отриманих результатів комп'ютерного моделювання [1]. Варіативність застосовуваних програм забезпечує можливість автоматизації певних процесів впродовж всього циклу розробки і проєктування. Також основною перевагою даних тенденцій є можливість постійної й стабільної інтеграції даних від технічного завдання до введення літального апарата в експлуатацію. Розширена інтеграція цифрових рішень дає змогу отримувати більш точні дані про поведінку конструкцій в умовах експлуатації [1].

Більше того, основним аргументом за цифровізацію у аерокосмічній галузі для підприємств виступає можливість створення нових бізнес-моделей, а не просте підвищення ефективності внутрішніх процесів.

Значні можливості відкриваються внаслідок використання стратегій, що спрямовуються на зниження часових та фінансових витрат та ресурсів, в контексті сталого розвитку [2]. Поширення комп'ютерних технологій в процесі проєктування літальних апаратів є ключовою передумовою для впровадження алгоритмів «розумного виробництва», автоматизації, цифрових двійників [3-4].

Тобто, інтеграція сучасного програмного забезпечення у процес проєктування є першим кроком до моделі гнучкого моделювання та оптимізації всіх виробничих циклів.

Завдяки цьому, машинне навчання стає поширеним рішенням для інноваційних розробок покращення процесів на підприємстві. Такий підхід дозволить отримувати рішення для нелінійних та багатовимірних завдань, що раніше значно перевищували можливості традиційних методів [5].

Провідним аспектом інформаційних технологій наразі виступає штучний інтелект, вплив якого на подальший розвиток інженерно-технічних сфер також не можна недооцінювати. Адже інтеграція алгоритмів штучного інтелекту значно покращує аналіз великих обсягів даних, що є критично важливим під час розробки та виробництва відповідальних конструкцій [6-7].

Отже, застосування високотехнологічних рішень у процесі автоматизації виробництва дозволяє не лише знизити час розробки та виробництва, але й забезпечити більшу впевненість у результатах досліджень на критичних етапах проєктування та гарантувати високу якість кінцевої продукції.

Тут перспективним напрямком також виступає адитивне виробництво.

Основною властивістю 3D-друку, що здобула йому панівне місце в царині сучасних методів виготовлення деталей конструкцій, є можливість виготовлення складних конструкцій з високою точністю та мінімізованими матеріальними витратами. Часто адитивне виробництво дає змогу виготовити елемент, реалізація якого традиційними методами була недоступною [8].

Таке рішення дозволяє підвищити ефективність та сталість виробничих процесів, а також проєктувати та виготовляти деталі з оптимізованими параметрами внаслідок розширення можливостей виробництва порівняно з традиційними підходами.

Важливою перспективою у сфері автоматизації є концепція гіперавтоматизації. Така система, окрім традиційної автоматизації включає в себе штучний інтелект, робототехніку та машинне навчання. Тобто, дана технологія являє собою основоположний чинник модернізації у галузі авіаційного та космічного виробництв, покращуючи традиційний підхід до вирішення задач.

Гіперавтоматизація дозволяє автоматизувати практично всі стадії виробничого процесу, що, в свою чергу, призводить до підвищення ефективності даних етапів та зниження витрат на їхнє виконання [9-10]. Окрім цього, можна також казати про те, що зазначена концепція сприяє ширшій інтеграції цифрових рішень, що оптимізують виробничі цикли та покращують управління даними.

Такі новітні поняття є підґрунтям для впровадження сучасних, більш технологічних систем управління, що оптимізують виробничі цикли та виводять управління даними на новий рівень. Значну увагу в темі автоматизації процесів проєктування та виробництва літальних апаратів також варто приділити комп'ютерному моделюванню. Саме такі симуляції дозволяють моделювати їхню поведінку у динамічних умовах, досліджуючи характеристики при експлуатації.

Особливою перевагою даного підходу є можливість тестування моделі в умовах, відтворити які в реальному житті дуже важко, або й неможливо. Завдяки цьому, останнім часом частішають випадки створення спеціальних програм для окремих задач, що допомогли б ефективно та швидко досягти бажаних результатів з підвищеною точністю, або використання існуючих інструментів для створення нових підходів. Застосування сучасних інформаційних технологій

дозволяє значно спростити процес досліджень та порівняння розробленої моделі з вже існуючими аналогами.

Сучасні тренди в галузі літакобудування створюють потужну основу для автоматизації процесів проектування літальних апаратів. Загальні інноваційні напрямки, такі як підвищення точності симуляцій, цифровізація, використання машинного навчання і адитивного виробництва, перетворюють традиційні методи розробки на більш гнучкі та ефективні. Інтеграція цих технологій дозволяє значно скоротити цикл розробки, знизити витрати та підвищити безпеку експлуатації. Як результат, виникає потужна база для трансформації традиційних бізнес-моделей в авіакосмічній галузі. Подальше дослідження та впровадження цих інноваційних технологій забезпечить конкурентоспроможність компаній та сприятиме досягненню амбітних цілей сталого розвитку.

Ключові слова: літальний апарат, комп'ютерне моделювання, автоматизація процесу проектування.

Література.

- [1] 5 Trends in the Aerospace Industry. Дата звернення: 16 квіт. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://www.ansys.com/en-in/blog/5-trends-aerospace-industry-multiphysics-simulation>
- [2] GE Aerospace. Дата звернення: 16 квіт. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://www.geaerospace.com>
- [3] “Emerging Trends Shaping the Future of Aerospace Manufacturing”. Aeronautics and Defence Technologies. Дата звернення: 16 квіт. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://www.aero-defence.tech/news/90178-emerging-trends-shaping-the-future-of-aerospace-manufacturing>
- [4] “Top Technology Trends in Aerospace and Defense for 2024 - SAAB RDS”. SAAB RDS. Дата звернення: 16 квіт. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://saabrd.com/top-technologytrends-in-aerospace-and-defense-for-2024/>
- [5] S. L. Brunton та ін., “Data-Driven Aerospace Engineering: Reframing the Industry with Machine Learning”, *AIAA J.*, с. 1–26, лип. 2021. Дата звернення: 16 квіт. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.2514/1.j060131>
- [6] S. Le Clainche, E. Ferrer, S. Gibson, E. Cross, A. Parente та R. Vinuesa, “Improving aircraft performance using machine learning: A review”, *Aerosp. Sci. Technol.*, т. 138, с. 108354, лип. 2023. Дата звернення: 16 квіт. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.1016/j.ast.2023.108354>
- [7] D. Izzo, G. Meoni, P. Gómez, D. Dold та A. Zochbauer, “Selected Trends in Artificial Intelligence for Space Applications”, у *Artificial Intelligence for Space: AI4SPACE*. Boca Raton: CRC Press, 2023, с. 21–52. Дата звернення: 16 квіт. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.1201/9781003366386-2>
- [8] H. Alami та ін., “Additive manufacturing in the aerospace and automotive industries: Recent trends and role in achieving sustainable development goals”, *Ain Shams Eng. J.*, т. 14, № 11, с. 102516, листоп. 2023. Дата звернення: 16 квіт. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102516>
- [9] Evolution of Smart Manufacturing in Aerospace. Resource Center - Allied Market Research. Дата звернення: 16 квіт. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://www.alliedmarketresearch.com/resource-center/trends-and-outlook/aerospace-anddefence/evolution-smart-manufacturing-aerospace>
- [10] Sarkar. “How Digital Transformation Is Propelling the Aerospace Industry”. Default. Дата звернення: 16 квіт. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://isg-one.com/articles/how-digitaltransformation-is-propelling-the-aerospace-industry>