КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ДЕРЖАВНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

ЗБІРНИК ТЕЗ

V Міжнародна
науково-практична конференція

АВІАЦІЯ ТА КОСМОНАВТИКА

28 квітня 2026 року

Кривий Ріг
2026

Збірник тез: V Міжнародна науково-практична конференція «Авіація та космонавтика». – Кривий Ріг: КРФК КАІ, 2026 р. – 280 с.

Збірник містить тези доповідей здобувачів освіти, викладачів, учених та спеціалістів, які представлені на V Міжнародній науково-практичній конференції «Авіація та космонавтика», за тематичними напрямками науки і техніки, що пов'язані з космосом, авіацією, космічними технологіями, аерокосмічною технікою та освітою.

Посвідчення про реєстрацію в Державній науковій установі «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації» № 337 від 21.03.2025 р.

Головний редактор:
А. О. Андрусевич, д.т.н., професор

Редакційна колегія:
Д. П. Власенков
Г. В. Даниліна, к.т.н., доцент
М. М. Кольчак
А. О. Кишинівська

1
Сучасні засоби і методи навігації (авіація, космонавтика, флот тощо)

УДК 656.052.1

В. І. Лойченко, викладач[1];
О. Л. Біденко, голова циклової комісії[1]
[1]Васильківський фаховий коледж
«Державного університету «Київський авіаційний інститут»
E-mail: loychacum@gmail.com; sancho010365@gmail.com

Впровадження PBN в Україні

Інтеграція України до мережі EUROCONTROL (Європейської організації з безпеки аеронавігації) є стратегічним процесом, спрямованим на повну сумісність національної аеронавігаційної системи з європейськими стандартами. Перехід від традиційної навігації на основі наземних засобів (VOR, DME, NDB) до навігації за характеристиками продуктивності (PBN - Performance Based Navigation) є ключовим етапом інтеграції України до єдиного європейського неба (SES).

Суть PBN полягає в тому, що ПС летить за будь-якою траєкторією в межах зони покриття навігаційних засобів (супутників або мережі маяків), а не так як при традиційній навігації летить від одного наземного маяка (VOR/DME) до іншого і маршрут жорстко прив'язаний до географічного положення антени на землі. Головне — не звідки приходить сигнал, а чи забезпечує борт потрібну точність та цілісність.

Головними компонентами, на яких базується впровадження в Україні структури PBN є:

1.Навігаційна інфраструктура: супутники (GNSS/GPS), наземні маяки (DME-DME) та інерціальні системи (IRU).

2.Навігаційна специфікація: вимоги до літака та екіпажу (наприклад, RNAV 5 для маршрутів або RNP APCH для заходу на посадку).

3.Навігаційне застосування: використання специфікацій на конкретних маршрутах (траси, схеми вильоту/прильоту).

Основними перевагами PBN для авіаційного простору України являється вигнутість маршрутів, траєкторії (Radius-to-Fix), що дозволяє обминати зони з обмеженнями (військові зони, міста з вимогами щодо шуму) з ювелірною точністю. Зниження мінімумів, що дозволяє аеропортам приймати літаки в складних погодних умовах без встановлення дорогої системи ILS (курсо-глісадної системи). Збільшується пропускна здатність за рахунок скорочення інтервалів між літаками завдяки високій точності витримування курсу.

У післявоєнному відновленні впровадження PBN дозволить Україні відмовитися від утримання застарілих та дорогих трасових маяків, зосередившись на супутникових технологіях та цифровій аеронавігаційній інформації, що повністю відповідає вимогам EUROCONTROL.

УДК 623.746.3:621.396.96

Н. В. Лущак, здобувачка освіти[1]; Ю. Ю. Халецька, викладач[1]
[1]Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж ракетно-космічного машинобудування Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара»
E-mail: nadalusak408@gmail.com, yuliya.haletskaya@krkm.dnu.edu.ua

Аналіз методів підвищення стійкості БПЛА до GPS-спуфінгу в умовах радіоелектронної боротьби

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) дедалі частіше застосовуються в різних сферах, зокрема у сфері зв'язку, військових та інших операцій. Їхня залежність від Глобальної системи позиціонування (GPS) робить їх вразливими до GPS-спуфингових атак, коли противники передають хибні сигнали для маніпуляції навігацією БПЛА, що потенційно призводить до серйозних ризиків для безпеки [1].

GPS - це система навігації, яка складається зі штучних супутників на орбіті Землі та наземних станцій моніторингу, що працюють в одній мережі. Супутники постійно передають навігаційний сигнал та прогнозовані координати, які використовуються GPS-приймачами для обрахунку місцезнаходження БПЛА. GPS Spoof атаки можуть використовувати пристрої, які знаходяться поруч з приймачем жертви або на відстані від нього. Якщо вони знаходяться на відстані, то можуть отримувати реальні сигнали від видимих супутників GPS через свою приймальну антену RX. [2].

Провівши аналіз наявних методів захисту від підробки GPS БПЛА було зроблено порівняння цих методів , проаналізовано переваги та недоліки кожного, визначено перспективні напрямки розвитку протидії GPS-спуфингових атак

Таблиця 1 – Методи боротьби зі спуфінг атаками GPS

	Метод	Суть методу	Переваги	Недоліки
1.	Машинне навчання (LSTM–GA, DNN)	Аналіз GPS-сигналів за допомогою ШІ	Висока точність, адаптивність	Високі обчислювальні витрати
2.	Перевірка PVT	Аналіз узгодженості позиції, швидкості, часу	Простота	Можна обійти
3.	Моніторинг сили сигналу	Виявлення аномалій сигналу	Швидкість	Низька точність
4.	Аналіз сигналів	Контроль	Детальність	Потребує

	супутників	сигналів кожного супутника		ресурсів
5.	Контроль ідентифікаторів	Перевірка автентичності супутників	Простота	Можлива підробка
6.	IMU (акселерометри)	Порівняння GPS з рухом	Незалежність	Похибки
7.	Кооперативна локалізація	Визначення позиції через інші БПЛА	Стійкість	Потрібна мережа
8.	Кореляційний аналіз	Аналіз структури сигналу	Точність	Вразливість до шуму
9.	Криптографія	Шифрування сигналів	Безпека	Складність
10.	Моніторинг дрейфу	Контроль часу/частоти	Ефективність	Потрібні точні датчики
11.	Візуальна одометрія	Аналіз зображень	Незалежність	Залежність від умов
12.	AOA + GMM	Аналіз напрямку сигналів	Висока точність	Складність
13.	Теоретико-ігрові методи	Моделювання атак	Стратегічність	Складність

Найефективнішими є комбіновані методи, які поєднують машинне навчання, аналіз сигналів,додаткові сенсори. Це дозволяє значно підвищити стійкість БПЛА до GPS-спуфінгу.

Список використаних джерел

1. Al-Sabbagh A., El-Bokhary A., El-Koussa S., Jaber A., Elkhodr M. Enhancing UAV security against GPS spoofing attacks through a genetic algorithm-driven deep learning framework // *Information*. — 2024. — Vol. 16, No. 2. — Article 115. — DOI: 10.3390/info16020115.
2. Методи захисту від GPS-спуфінгу БПЛА [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/4c0dff92-4636-4212-b78e-613aee8dd714/content — Дата звернення: 20.03.2026.
3. Meng L., Yang L., Ren S., Tang G., Zhang L., Yang F., Yang W. An approach of linear regression-based UAV GPS spoofing detection // *Wireless Communications and Mobile Computing*. — 2021. — Vol. 2021. — Article ID 5517500. — DOI: 10.1155/2021/5517500.

УДК 629.7.05

А. О. Сєдой, здобувач освіти[1]; Т. Т. Рищиковець, викладач[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: drpbk.info@gmail.com

Особливості застосування інерціальних модулів MPU6050 в сучасних БПЛА

Вступ

Стрімкий розвиток безпілотних літальних апаратів (БПЛА) обумовлює зростання вимог до систем стабілізації, навігації та орієнтації літального апарата у просторі. Одним із ключових елементів таких систем є інерціальні вимірювальні сенсори, зокрема трьохосьові гіроскопи та акселерометри.

Сучасні мікроелектромеханічні сенсори дозволяють створювати компактні, енергоефективні та недорогі системи стабілізації польоту. Одним із найбільш поширених модулів такого типу є інерціальний модуль MPU6050, який поєднує трьохосьовий гіроскоп та трьохосьовий акселерометр у одному корпусі мікросхеми.

Застосування таких сенсорів широко поширене у сучасних системах керування БПЛА, балансувальних роботах, ігрових контролерах і фітнес-браслетах. Поєднання компактності, низького енергоспоживання та прийнятної ціни робить такі модулі базовим вибором для різноманітних проєктів.

Постановка задачі

Метою роботи є дослідження особливостей використання трьохосьового гіроскопа у складі модуля MPU6050 для визначення просторової орієнтації БПЛА та оцінка можливостей застосування такого сенсора в освітніх лабораторних макетах та стендах для підготовки здобувачів освіти радіотехнічних спеціальностей.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

– проаналізувати принцип роботи MEMS-гіроскопів;

– дослідити структуру та функціональні можливості модуля MPU6050;

– реалізувати експериментальне підключення сенсора до мікроконтролерної платформи;

– провести експериментальні вимірювання кутових швидкостей;

– оцінити можливість використання отриманих результатів в освітньому процесі.

Особливості роботи інерціального модуля MPU6050

Модуль MPU6050 являє собою інтегрований MEMS-сенсор, що включає: трьохосьовий гіроскоп, трьохосьовий акселерометр, цифровий процесор руху (DMP) та інтерфейс обміну даними I^2C.

MPU6050 використовує мікроелектромеханічні структури (MEMS) для виявлення руху. Акселерометр визначає зміну сили інерції вздовж трьох осей, тоді як гіроскоп вимірює швидкість обертання. Дані зчитуються мікроконтролером через шину I²C, що дозволяє будувати системи орієнтації, стабілізації та трекінгу руху.

Вбудований цифровий процесор руху (DMP - Digital Motion Processor), який може виконувати обчислення злиття даних безпосередньо на борту. Це зменшує навантаження на головний процесор і дозволяє отримувати орієнтаційні кути (pitch, roll, yaw) у реальному часі.

Гіроскоп вимірює кутову швидкість обертання об'єкта навколо трьох осей координат (X, Y, Z). Вимірювання базується на ефекті Коріоліса, який виникає у мікроелектромеханічних коливальних структурах сенсора.

У системах керування БПЛА такі сенсори використовуються для: стабілізації польоту; визначення кута нахилу апарата; формування сигналів зворотного зв’язку для контролера польоту.

Експериментальна частина

Для проведення експериментальних досліджень було створено лабораторний макет, який включає мікроконтролерну плату Arduino Uno, модуль MPU6050, програмне забезпечення для зчитування та обробки даних.

Модуль MPU6050 підключається до мікроконтролера через інтерфейс I²C.

Програмна частина забезпечує ініціалізацію сенсора, зчитування даних гіроскопа, обчислення кутових швидкостей, передачу даних на персональний комп’ютер для подальшого аналізу.

На рисунку 1 представлена схема підключення модуля MPU6050 до плати Arduino UNO в програмному середовищі Fritzing.

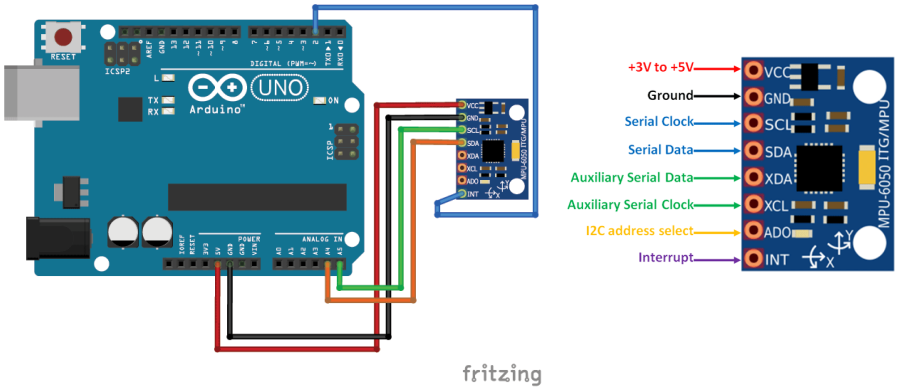


Рисунок 1 – Схема підключення модуля MPU6050 до Arduino UNO

Аналіз отриманих результатів

Аналіз експериментальних даних показав, що сенсор MPU6050 забезпечує достатню точність вимірювання кутових швидкостей для використання у малих безпілотних літальних апаратах.

Водночас спостерігаються наявність шумів вимірювання, температурний дрейф нуля; накопичення похибки інтегрування при визначенні кута повороту.

Для підвищення точності вимірювань у практичних системах БПЛА застосовують комплементарні фільтри, фільтр Калмана, поєднання даних гіроскопа та акселерометра.

Під час тестування було виявлено, що без належної віброізоляції показники акселерометра мають значний рівень шумів (до 15-20%), що може призвести до розкачування БПЛА. Застосування програмних фільтрів низьких частот та механічних демпферів дозволило знизити похибку до 2-3%.

Висновки

MPU6050 залишається ефективним рішенням для малогабаритних БПЛА. Для досягнення необхідної точності керування обов'язковим є використання алгоритмів фільтрації та механічного демпфування вібрацій. Матеріали дослідження можуть бути використані при проєктуванні систем стабілізації для аматорських та спеціалізованих безпілотних літальних апаратів. Розглянутий експеримент з метою підвищення наочності може бути успішно інтегрованим в пакет лабораторних або практичних робіт дисциплін, що пов'язані з електронікою, вивченням робототехнічних систем, діагностикою та ремонтом РЕА, електричними вимірюваннями.

Список використаних джерел

1 Сайт invensense.tdk.com [Електронний ресурс]. Ідентифікатор URL: https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000-datasheet1.pdf

2 Сайт cdn.sparkfun.com [Електронний ресурс]. Ідентифікатор URL:

https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Accelerometers/RM-MPU-6000A.pdf
3 Сайт docs.arduino.cc [Електронний ресурс]. Ідентифікатор URL: https://docs.arduino.cc/language-reference/
4 Сайт docs.arduino.cc [Електронний ресурс]. Ідентифікатор URL: https://docs.arduino.cc/libraries/mpu6050/
5 Сайт docs.arduino.cc [Електронний ресурс]. Ідентифікатор URL: https://docs.arduino.cc/tutorials/uno-rev3/board-anatomy/
6 Сайт uk.wikipedia.org [Електронний ресурс]. Ідентифікатор URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno

УДК 621.3.013.2

Д. О. Тацуля, здобувачка освіти[1]; Н. Б. Басюк, викладач
Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: drpbk.info@gmail.com

Коливальний контур із збереженням характеристичного опору

Метою даної технічної розробки є створення коливального контуру, який при перестроюванні зберігає фіксоване значення характеристичного опору.

Актуальність задачі:

В сучасних радіотехнічних системах в більшості випадків забезпечується працездатність не на одній частоті, а в діапазоні частот. Для вибору частоти залишається часто використовуваним коливальний контур. При перестроюванні контура по діапазону змінюється його характеристичний опір – це недолік систем з контурами. В даній статті пропонується коливальний контур, в якому при перестроюванні частоти характеристичний опір не змінюється. Це дозволить підвищити якість діапазонних радіопристроїв.

Коливальний контур це коло в яке включений конденсатор С та індуктивність L. Елементи контуру визначають його резонансну частоту f0, та характеристичний опір. Резонасна частота залежить від добутку L * C, а характеристичний опір від відношення L / C.

Головна ідея. В існуючих пристроях для перестроювання контуру по частоті змінюється L або C. Я пропоную для перестроювання змінювати одночасно і ємність і індуктивність так, щоб характеристичний опір не змінювався.

Реалізація ідеї. Припустимо в звичайному контурі для одержання необхідного діапазону змінюється ємність від C1 до C2. При цьому характеристичний опір змінюється від значення √(L/C1) до значення √(L/C2). Для того щоб характеристичний опір не змінювався, одночасно із зміною ємності від C1 до C2, необхідно змінювати індуктивність від L1 до L2. Якщо забезпечити зміну індуктивності в таку ж кількість разів як і зміну ємності, то і одержимо що характеристичний опір при перестроюванні буде змінюватися “від значення √(L1/C1) до значення √(L2/C2)”, тобто очевидно що при такій зміні L і C характеристичний опір змінюватися не буде! А частота змінюватись буде обов’язково, бо характеристичний опір залежить від відношення L і C від добутку цих величин!

Висновки: Для одержання діапазонного коливального контуру із постійним значенням характеристичного опору в контур необхідно включати індуктивність і ємність що змінюються одночасно(збільшуючись або зменшуючись). Конструктивно в такому контурі механізми що забезпечують

зміну індуктивності і ємності повинні бути розміщенні на одній осі або на одній конструкції з лінійним приводом.

Переваги такого контура:

Якщо характеристичний опір не змінюється, то зберігається задане значення добротності і вибірності в селективних колах.

Якщо характеристичний опір не змінюється, то при застосуванні в автогенераторах зберігається режим і працездатність автогенератора в розширеному діапазоні.

При такій побудові зміна частоти забезпечується в більш широкому діапазоні і можна зменшити кількість під діапазонів.

Покращується спектральна чистота LC генератора при перестроюванні в широкому діапазоні.

Список використаних джерел

1.Червоненко В.П. **Теоретичні основи електротехніки**. – Київ: Вища школа, 2008.

2.Кузнецов В.Г. **Електричні кола та сигнали**. – Київ: Каравела, 2015.

3.Бойко В.В. **Основи електроніки та електротехніки**. – Київ: Ліра-К, 2018.

4.Hayt W.H., Kemmerly J.E., Durbin S.M. **Engineering Circuit Analysis**. – New York: McGraw-Hill, 2019.

5.Alexander C.K., Sadiku M.N.O. **Fundamentals of Electric Circuits**. – New York: McGraw-Hill, 2017.

6.Nilsson J.W., Riedel S.A. **Electric Circuits**. – Boston: Pearson, 2020.

УДК 351.814.3
Г. В. Харін, студент[1], лаборант[1]; І. К. Кущ, викладач спеціальних дисциплін[1]
[1]Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж ракетно-космічного машинобудування Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара»
E-mail: 9203279@stud.krkm.dnu.edu.ua; ivan.kusch@krkm.dnu.edu.ua

Використання штучного інтелекту для навігації безпілотних літальних апаратів

АКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ БПЛА В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВІЙНИ

Безпілотні літальні апарати широко застосовуються у ЗСУ для розвідки, ударних операцій, логістики та радіоелектронної боротьби, формуючи основу тактичних можливостей.

ОБМЕЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК І ПЗ ДРОНІВ

Ефективність БПЛА знижується через нестабільність зв'язку, вплив кліматичних факторів (зменшення автономності на 20–30%) та обмежену функціональність програмного забезпечення.

НИЗЬКИЙ РІВЕНЬ АВТОНОМНОСТІ БЕЗ ІНТЕГРАЦІЇ ШІ

Більшість дронів потребують постійного керування оператором, оскільки їхнє ПЗ не підтримує автономну навігацію, адаптацію до змін середовища та самостійне коригування маршрутів.

ТЕХНІЧНІ БАР'ЄРИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Основними обмеженнями є енергоспоживання, маса апаратів і недостатня обчислювальна потужність для реалізації повноцінних систем штучного інтелекту.

СТРІМКЕ ЗРОСТАННЯ РИНКУ ЗАСОБІВ ПРОТИДІЇ БПЛА

Світовий ринок антидронових технологій активно розширюється через зростання загроз і, за прогнозами, збільшиться на 12,23 млрд дол. США у 2025–2029 роках із CAGR близько 42,8%.

КЛЮЧОВА РОЛЬ ШІ ТА ML У РОЗВИТКУ АНТИДРОНОВИХ СИСТЕМ

Штучний інтелект і машинне навчання визначають майбутнє систем протидії БПЛА, забезпечуючи підвищення ефективності виявлення, аналізу та нейтралізації повітряних загроз.

Висновок

Безпілотні літальні апарати стали важливим елементом сучасних бойових дій, однак їхня ефективність значною мірою обмежується технічними характеристиками, програмним забезпеченням і низьким рівнем автономності. Інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання відкриває нові можливості для автономної навігації, адаптації до змін середовища та підвищення точності виконання завдань. Водночас розвиток БПЛА супроводжується активним вдосконаленням антидронових систем, що робить впровадження інтелектуальних технологій ключовим напрямом подальших досліджень і практичного застосування.

Список використаних джерел

https://sentrycs.com/uk/the-counter-drone-blog/the-new-frontier-in-airspace-security-ai-powered-counter-uas-solutions/

https://journals.kntu.kherson.ua/index.php/visnyk_kntu/article/view/1091

https://journal-hnups.com.ua/index.php/soi/article/view/1911

УДК 629.7.058.54
В. В. Шмаков, начальник науково-дослідної лабораторії, кандидат технічних наук, доцент[1]; Д. В. Литвинчук, старший викладач кафедри[1];
П. М. Онипченко, провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії, кандидат педагогічних наук, доцент[1];
О. І. Колодяжний, науковий співробітник науково-дослідної лабораторії, кандидат технічних наук, доцент[1]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
E-mail: shmakovvtalii1976@ukr.net, mityaj.fon55@gmail.com, onipchenko.pm@gmail.com, sasha.pilot1972@gmail.com

Дослідження бездротових сенсорних мереж як складової навігаційної системи повітряних суден під час виконання ними завдань за призначенням

Аналіз стану та перспективи розвитку авіації свідчить про необхідність розвитку та удосконалення авіаційних систем (комплексів) для забезпечення виконання поставлених завдань в сучасних умовах. На даний час можна відмітити наступні підходи, які реалізуються в державній авіації України:

– модернізація авіаційної техніки;

– розробка та закупівля вітчизняних літаків та вертольотів;

– закупівля для окремих структур авіаційної техніки іноземного виробництва;

– поява нових структурних підрозділів, на озброєння яких поступають безпілотні авіаційні комплекси (БпАК) та безпілотні літальні апарати (БпЛА).

Основними тенденціями створення та застосування БпЛА є їх комплексування з іншими системами та багатоцільове використання, застосування БпЛА у всіх ланках управління, що обумовлює їх включення до єдиної системи управління повітряним рухом (УПР), інших систем інформаційної підтримки рішень та ситуаційної обізнаності на полі бою.

Такими прикладами є виконання завдань повітряної розвідки, сумісні дії пілотованої та безпілотної авіації при виконанні завдань з вогневого ураження заданих цілей. Особливостями таких завдань є високі вимоги до узгодженості дій за місцем і часом для ефективного виконання завдань. В цих випадках спостерігається тенденція збільшення інтенсивності використання повітряного простору, що вимагає посиленої уваги до питань забезпечення безпеки польотів.

Одним з ефективних шляхів щодо забезпечення безпеки польотів при збільшенні їх інтенсивності в обмеженому районі, а також заданої ефективності виконання бойових (спеціальних) завдань є забезпечення точної навігації за рахунок застосування високоточних систем навігації [1].

Особливості застосування авіації при виконанні спеціальних (бойових) завдань досліджено на прикладі виконання пошукових завдань спеціальними підрозділами у взаємодії з авіацією. Показано, що одним з актуальних питань є задача цілевказання, яка може бути реалізована за рахунок комплексного застосування координатно-часової інформації від GNSS, систем моніторингу та контролю району пошуку, в тому числі із застосуванням БпЛА [2]. Дані комплексні рішення обумовлюють, в свою чергу, формування нових та удосконалення існуючих способів взаємодії підрозділів. Ефективність виконання завдань при можливості реалізації різних способів їх виконання залежить від рівня обгрунтованості рекомендацій для прийняття рішень та часу на їх прийняття та реалізацію. Даний напрямок може бути реалізований за рахунок введення до складу АСУ авіацією спеціальних алгоритмів. Спеціалізовані автоматизовані системи управління, відповідно до концепції системи стратегічного та оперативного (бойового) управління, зв'язку, розвідки та спостереження (C4ISR), є основою для формування єдиної АСУ військами. Тому актуальними залишаються питання застосування інформаційних систем в задачах передачі даних між розподіленими та віддаленими структурами мереж обміну даними, питання безпеки обміну даними в мережах з обмеженими ресурсами, застосування рухомих вузлів в мережі із використанням БпЛА, в тому числі, на основі сучасних інфокомунікаційних технологій, які реалізуються в проєктах Інтернету речей (IoT), міжмашинної взаємодії (M2M) [3, 4]. Основою проєктів IoT, M2M є реалізації технологій побудови бездротових сенсорних мереж (БСМ), основними складовими яких є датчики (сенсори) та технології бездротової передачі даних. Одним з прикладів сучасного комплексного рішення з даного напрямку можна навести реалізацію безпілотного авіаційного комплексу Bayraktar TB2. Так, елементами даного БпАК є розгорнута мережа пунктів управління та ретрансляції даних, яка забезпечує обмін даними про стан функціонування систем БпЛА, а також інформацію з сенсорів, наприклад, відеоінформація у видимому та інфрачервоному діапазонах. Система сенсорів, які забезпечують визначення пілотажно-навігаційної інформації сумісно із застосуванням даних GNSS, забезпечує реалізацію польоту за маршрутом та посадку в автоматичному режимі. Особливістю даного БпАК є також можливість оперативного розгортання комплексу на оперативних аеродромах. При цьому інші системи навігаційного забезпечення, які використовуються пілотованими літальними апаратами, можуть використовуватись, наприклад, системою VOR, але не є ключовими в задачі забезпечення навігації і посадки.

Таким чином, загальна концепція, принципи та засади побудови багатопозиційної сенсорної системи навігації літальних апаратів та моніторингу обстановки будуються на основі врахування наступних вимог:

а) багатопозиційна система навігації об'єднує в собі три складові:

1) безпілотні літальні апарати;

2) мережу псевдосупутників;

3) мережу різнорідних сенсорів;

б) до основних функцій системи відносяться:

1) забезпечення точної координатної та часової прив'язки;

2) обмін інформацією між БпЛА в групі, між групами та з наземними компонентами системи;

3) обмін інформацією повинен здійснюватися в реальному масштабі часу;

4) група БпЛА розглядається як рухомий кластер повітряного базування, що забезпечує функціонування системи;

в) можлива зміна функціонального стану елементів системи буде приводити до її деградації;

г) навігаційна система повинна мати властивості адаптації, що забезпечить її функціональну стійкість в умовах протидії противника.

Список використаних джерел

1. Деденок В.П., Рєзніков Ю.В., Березіна С.І. Підвищення надійності навігаційного забезпечення військових споживачів інформації глобальних навігаційних супутникових систем. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2020. № 1(38). С. 107–120.

2. Davis A. and Deepa K. Flight Strategy for Fixed Wing Pseudo Satellite to Achieve Maximum Endurance. *8th International Conference on Smart Computing and Communications* (ICSCC). 2021. P. 113–118.

3. Afanasiev Y., Afanasiev V., Sitkov O., Chystov V., Surhai V. and Fediuk S. Hierarchical model of a complex of IoT devices based on the use of a wireless sensor network. *2nd International Conference on Advanced Trends in Information Theory*. IEEE. 2020. P. 168–171.

4. Холодкова А.В. Розробка методу управління мережевими ресурсами телекомунікаційної мережі на основі багатоагентних систем. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2018. №.2(56). С. 78–81.

3

Проєктування, конструювання, надійність, технічна експлуатація літальних апаратів, авіаційних і космічних силових установок двигунів

УДК 629.7.08
А. Ш. Бєкіров, декан факультету авіаційного транспорту, к.т.н., доцент[1]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба
E-mail: L-bekirov@ukr.net

Вплив категорії технічного обслуговування на надійність повітряних суден

Під надійністю повітряного судна (ПС) розуміється комплексна властивість його компонентів, систем та обладнання зберігати здатність виконувати задані функції у встановлених режимах та умовах експлуатації протягом заданого часу при умові дотримання вимог безпеки та технічного обслуговування (ТО).

Життєвий цикл ПС складається з чотирьох основних етапів:

- етап проєктування та розробки;
- етап виробництва (виготовлення)
- етап експлуатації;
- етап утилізації (списання).

Основні заходи щодо забезпечення надійності забезпечуються на перших трьох етапах життєвого циклу ПС (рис. 1).

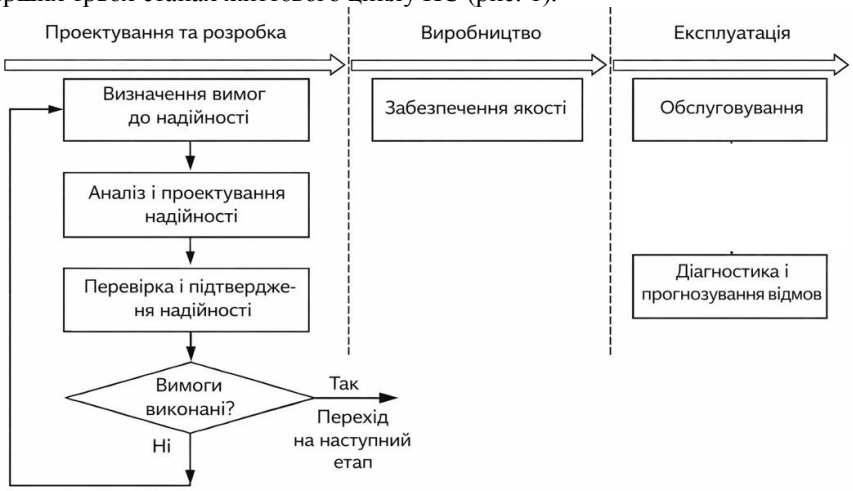


Рис. 1. Заходи з надійності, що застосовуються в життєвому циклі ПС
Джерело: [1].

Для забезпечення заданого рівня надійності ПС на трьох основних етапах їх життєвого циклу реалізується комплекс спеціалізованих інженерних заходів, які позначаються як заходи щодо забезпечення надійності. Кожен

блок таких заходів включає сукупність методів та технічних прийомів, спрямованих на досягнення необхідних показників надійності.

Найдовшим етапом життєвого циклу ПС є етап експлуатації. На цьому етапі відбувається зношення компонентів та підсистем, що з часом призводить до відмови системи ПС [2]. Для зменшення кількості відмов і забезпечення системи до виконання функціонального призначення виконується ТО ПС та його компонентів. Ефективне ТО забезпечує справний технічний стан ПС та необхідні рівні показників надійності.

В роботі [3] автори запропонували поділити дії по ТО компонентів і систем ПС на коригувальне ТО, превентивне ТО та прогностичне ТО (рис.2).

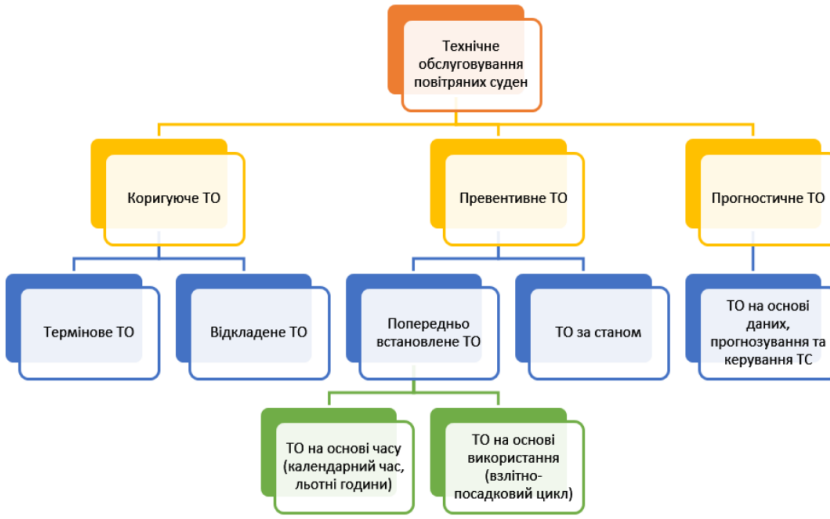


Рис. 2. Категорії технічного обслуговування ПС
Джерело: [3].

Такий поділ дій з ТО ПС безпосередньо підвищує надійність ПС та його компонентів, але вплив кожної категорії ТО різний.

Коригувальне ТО (реактивне) виконується після відмови, тому найменше сприяє надійності, бо несправність вже сталася. Застосування коригувального ТО може призводити до простоїв, ризиків під час експлуатації та додаткових витрат.

Превентивне ТО (планове) передбачає регулярні перевірки, заміну деталей за графіком, що значно підвищує надійність, оскільки зменшує ймовірність відмов. Застосування превентивного ТО забезпечує стабільну роботу систем ПС і продовжує ресурс компонентів.

Прогностичне ТО (на основі даних) передбачає використання даних моніторингу стану, аналізу параметрів і прогнозування. Такий підхід максимально підвищує надійність ПС, бо дозволяє виявити проблему ще до її появи, та дає можливість планувати ремонт у найзручніший момент і уникати аварійних ситуацій.

Таким чином, можна зробити висновок, що чим більша частка превентивного і особливо прогностичного ТО, тим вища надійність, безпека та ефективність експлуатації ПС. Частина коригувального ТО повинна бути мінімізована, а основний акцент зроблений на попередженні та прогнозуванні відмов.

Список використаних джерел

1. Application of reliability technologies in civil aviation: lessons learnt and perspectives / E. Zio et al. *Chinese journal of aeronautics*. 2019. Vol. 32, no. 1. P. 143-158. URL: https://doi.org/10.1016/j.cja.2018.05.014.

2. Guo J., Li Z., Wolf J. Reliability centered preventive maintenance optimization for aircraft indicators. *2016 annual reliability and maintainability symposium (RAMS)*, Tucson, AZ, USA, 25-28 January 2016. URL: https://doi.org/10.1109/rams.2016.7448068.

3. Моделі для аналізу надійності авіаційних компонентів, систем та конструкцій повітряних суден / O. C. Okoro та ін. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*. 2022. Т. 4, № 70. С. 16-21. URL: https://doi.org/10.26906/sunz.2022.4.016

УДК: 629.73
І. О. Гайдай, здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти[1];
Д. М. Дворецький, викладач вищої категорії[1]
1 Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: haidai.ivan145@krfk.kai.edu.ua; dvoreckiy@krfk.kai.edu.ua

Людський фактор в системі технічної експлуатації повітряних суден

Людський фактор в авіації — це сукупність психологічних, фізіологічних, професійних та соціальних особливостей людини, які впливають на безпеку польотів, технічне обслуговування, управління повітряним рухом і роботу аеропортів. За статистикою, значна частина авіаційних подій пов’язана саме з людським фактором.

Для аналізу людського фактора в авіації використовують модель «Швейцарського сиру» Джеймса Різона — це концепція безпеки, де багаторівневі захисні бар'єри (процедури, техніка, навчання) діють як скибочки сиру. Аварія стається лише тоді, коли «дірки» (помилки, латентні збої) у кожному шарі збігаються, дозволяючи небезпеці пройти крізь них.

За останні роки польоти стали найбезпечнішими в історії. За результатами 2024 року серед 40,6 млн рейсів було лише сім аварій зі смертельними наслідками. Про це повідомляє «Главком» із посиланням на дані звіту Міжнародної асоціації повітряного транспорту (IATA).

За даними світової статистики, в авіації дві з кожних трьох льотних пригод відбуваються з вини так званого «людського фактору». Роль «людського чинника» вагома й у системі технічного обслуговування та ремонту складної авіаційної техніки. За даними досліджень від 25 до 35% льотних пригод та інцидентів у цивільній авіації за останні 30 років відбуваються з вини інженерно-авіаційної служби в основному через низьку якість технічного обслуговування. За американськими даними, із загальної кількості відмов наземної електронної обчислювальної техніки 30% припадало на частку обслуговуючого персоналу через недостатню його кваліфікацію.

У процесі технічного обслуговування діяльність спеціаліста складається з виконання кількох різних робіт, що виконуються практично одночасно (оглядові роботи, регулювальні, демонтажно-монтажні, мастильні та ін.), що веде до більш частої появи помилок.

Кількісний аналіз показав, що з 30 видів помилок обслуговуючого персоналу понад 70% посідає 9 видів порушень, найбільший відсоток з яких не виконання низки пунктів регламенту технічного обслуговування під час виконання робіт – 24,5%.

Практика експлуатації авіаційної техніки показує, що, навіть дуже досвідчені і добре навчені фахівці, можуть припуститися грубих помилок у

роботі з різних причин.

Важко однозначно визначити всі причини появи помилок фахівців через неоднозначність їх записів у звітній документації, недостатність статистики, недосконаліть виробничої документації та труднощі її заповнення тощо.

На жаль, велика кількість інцидентів виникає через низький рівень професійних знань фахівців – 25,9% (з них 63% помилок пов'язано з неякісним виконанням робіт із заміни агрегатів; 10,9% - з неякісним виконанням регулювальних робіт та 21,8% - з нестачею професійних знань фахівців).

Тому питання професійної надійності працівників та службовців цивільної авіації дуже актуальне і передбачає більш ефективне та активне використанням професіограм за посадами та напрямками як у льотній діяльності так і в системі технічного обслуговування та ремонту авіаційної техніки.

На основі професіограм комплекси психофізіологічних, нейропсихологічних і соціально-особистісних тестів, що розробляються, дозволяють виявити ступінь відповідності кандидата надійному виконанню службового обов'язку в штатних і навіть в екстремальних ситуаціях.

Наприклад, найважливішою нейропсихологічною характеристикою, що забезпечує адекватне розуміння рівня екстремальності складної чи екстремальної ситуації, прийняття рішення та виконання результативних службових дій, є індивідуальний профіль функціональних асиметрій головного мозку. Ця індивідуальна характеристика формує стійкі природні потенційні можливості льотного та обслуговуючого персоналу для бездоганного виконання запропонованої, відпрацьованої послідовності дій, що забезпечують досягнення авіаційної безпеки у штатних та екстремальних ситуаціях.

Працездатність, завадостійкість, задатки емоційної стабільності, оперативність, мобільність, енергетична активність як економічне «підстроювання» функціональних структур організму до рівня навантажень є внутрішньо обумовленими факторами ефективної професійної діяльності.

У комплексі використання психофізіологічних, нейропсихологічних та соціально-особистісних методів відбору, підбору та розстановки кадрів у всіх напрямках дозволяє більш ефективно та результативно забезпечити авіаційну безпеку.

Список використаних джерел

1. EASA (European Union Aviation Safety Agency) - Європейське агентство з авіаційної безпеки. Аналітика.
2. FAA (Federal Aviation Administration — Федеральне управління цивільної авіації США). Аналітика.
3. Міжнародна організація цивільної авіації (англ. International Civil Aviation Organization, (ICAO) Doc 9859.

4. Міжнародна організація цивільної авіації (англ. International Civil Aviation Organization, (ICAO) Doc 9683.
5. Аналіз впливу надійності авіаційної техніки на безпеку та регулярність польотів за 2006.г. М., Держ. НДІ ЦА, - 196с.

УДК 629.735.33:534.83

А. О. Константінов, провідний науковий співробітник[1];
А. Д. Бердочник, науковий співробітник[1];
О. М. Марченко, молодший науковий співробітник[1]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба
E-mail: konandrej66@ukr.net; alenky1964@gmail.com; boss.inform@ukr.net

Параметричне дослідження шумів повітряних гвинтів

Розвиток сучасної авіаційної техніки супроводжується підвищенням вимог до екологічних характеристик, серед яких важливе місце займає рівень акустичного випромінювання. Повітряні гвинти широко використовуються як рушійні елементи літальних апаратів (ЛА), що застосовуються на малих та середніх швидкостях, при цьому вони є одним із головних джерел шуму.

Ефективність сучасного військового ЛА безпосередньо залежить від рівня його комплексної малопомітності. У бойових умовах технологія «стелс» — це не лише зниження радіолокаційної відбивальної здатності, а й мінімізація акустичного, оптичного та теплового слідів. Для ЛА, що діють на малих та середніх висотах, саме акустична сигнатура є демаскуючим фактором, який дозволяє противнику виявити апарат засобами ППО або постами візуально-акустичного спостереження ще до входу в зону візуального контакту.

Метою даного параметричного дослідження є виявлення кількісних та якісних залежностей між геометричними та режимними параметрами повітряного гвинта та генерованим ним акустичним полем. Робота спрямована на пошук оптимальних конфігурацій, що мінімізують рівень шуму без суттєвої втрати тягово-ефективних характеристик.

Параметричне дослідження шумів повітряних гвинтів передбачає систематичний аналіз акустичного випромінювання шляхом варіювання ключових параметрів конструкції та режимів роботи для прогнозування та оптимізації рівнів шуму.

Теоретичні методи базуються на моделі, де гвинт замінюється розподілом точкових джерел у площині диску, з урахуванням розподіленого навантаження по лопатях і ефектів поступального руху. Напівемпіричний метод за аналогією Лайтхілла моделює дальнє поле від зосереджених сил на лопатях, що генерують звукові хвилі без вихорів, що є критичним для розрахунку безпечних висот польоту над позиціями ворога.[1]

Використання моделі розподілених джерел та рівняння Фокс-Вільямса-Хоукінгса (FW-H) дозволяє розрахувати тональний шум (шум витіснення та навантаження) ще на етапі проектування.

Важливою складовою частиною акустичного поля є шум задньої кромки. Оцінка широкосмугового шуму дозволяє мінімізувати характерне

«шипіння», яке часто видає БпЛА при обтіканні лопатей на високих швидкостях. [1-3]

Параметричне дослідження шумів повітряних гвинтів дозволяє встановити основні закономірності формування акустичного випромінювання та визначити фактори, що найбільше впливають на його рівень.

Отримані залежності дозволяють перейти від якісних вимог «зробити тихіше» до кількісних інженерних рішень. Результати дослідження можуть бути використані на етапі проєктування гвинтових рушіїв для eVTOL (апаратів з вертикальним зльотом та посадкою) з метою сертифікації за міжнародними шумовими нормами.

Список використаних джерел

[1] P. Moshkov, M. Pogosyan Parametric study of the noise of a propeller-driven fixed-wing unmanned aerial vehicle with a piston engine. *Extrica Journal of Vibroengineering.* URL https://www.extrica.com/article/24607 (дата звернення: 10.03.2026)

[2] Алексєєнко С.В., Сокол Г.І., Михальов Д.В. Сучасні БпЛА та розрахунок шумів їх гвинтів. *Challenges and Issues of Modern Science*. URL https://fti.dp.ua/conf/2023/06021-0304/ (дата звернення: 10.03.2026)

[3] Алексєєнко С.В., Сокол Г.І., Михальов Д.В. Методика розрахунку характеристик акустичного поля гвинта БпЛА. // Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки. Том XXXI – 2022. с. 81-94

УДК 533.6.05

Д. П. Луценко, завідувач лабораторії[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: lutsenko.dmytro@krfk.kai.edu.ua

Вплив аеродинамічних характеристик на надійність сучасних літальних апаратів

Авіаційна техніка є однією з найскладніших галузей сучасної інженерії. Проєктування літальних апаратів потребує врахування великої кількості факторів, серед яких особливе місце займають аеродинамічні характеристики, міцність конструкцій та надійність роботи всіх систем. У сучасних умовах розвитку авіації особливої актуальності набуває проблема підвищення ефективності літальних апаратів при одночасному забезпеченні високого рівня безпеки польотів.

Аеродинаміка відіграє ключову роль у формуванні льотно-технічних характеристик літального апарата. Вона визначає підйомну силу, опір повітря, стабільність та керованість повітряного судна. Оптимальні аеродинамічні параметри дозволяють зменшити витрати палива, підвищити дальність польоту та забезпечити економічну ефективність експлуатації авіаційної техніки.

Одним із головних завдань сучасного авіабудування є забезпечення надійності конструкцій літальних апаратів. Надійність визначається здатністю системи зберігати працездатність протягом заданого часу в певних умовах експлуатації. У випадку авіаційної техніки це має критичне значення, оскільки навіть незначні відхилення в роботі конструкцій або систем можуть призвести до серйозних наслідків.

Аеродинамічні навантаження, що виникають під час польоту, безпосередньо впливають на міцність елементів конструкції літального апарата. Крила, фюзеляж, оперення та інші елементи повинні витримувати значні механічні навантаження, що виникають під дією повітряних потоків. Тому при проєктуванні авіаційної техніки використовуються спеціальні методи розрахунку аеродинамічних сил та моментів.

Сучасні комп'ютерні технології значно розширили можливості дослідження аеродинамічних процесів. Застосування методів математичного моделювання та комп'ютерної гідродинаміки дозволяє прогнозувати поведінку повітряних потоків навколо літального апарата ще на етапі проєктування.

Важливим аспектом забезпечення надійності авіаційної техніки є використання сучасних матеріалів. Композитні матеріали мають високу міцність при відносно невеликій масі, що дозволяє зменшити вагу літального апарата та покращити його аеродинамічні характеристики.

Не менш важливим фактором є взаємодія людини з технічними системами. Пілот виступає центральною ланкою в системі «оператор – машина». Сучасні авіаційні системи оснащуються автоматизованими комплексами керування, що допомагають контролювати параметри польоту та зменшують навантаження на екіпаж.

Отже, аеродинамічні характеристики мають значний вплив на ефективність та надійність сучасних літальних апаратів. Використання новітніх матеріалів, комп'ютерного моделювання та сучасних систем управління дозволяє підвищити безпеку польотів і ефективність експлуатації авіаційної техніки.

Список використаних джерел

1. Антонов О. К. Основи аеродинаміки літальних апаратів. – Київ: НАУ, 2019.

2. Кива Д. С., Бойко А. В. Конструкція та міцність літальних апаратів. – Київ: Техніка, 2018.

3. Anderson J. Introduction to Flight. – New York: McGraw-Hill, 2020.

4. Raymer D. Aircraft Design: A Conceptual Approach. – Washington: AIAA, 2017.

УДК 004.8:629.7
В. О. Партюк, здобувач освіти[1]; О. В. Довженко, викладач[1]
[1]Слов'янський фаховий коледж ДУ «Київський авіаційний інститут»
E-mail: dovzhenko.oleksii@sfk.nau.edu.ua

Використання штучного інтелекту в авіаційних та космічних системах

Сучасний розвиток авіаційної та космічної техніки характеризується активним впровадженням інформаційних технологій, зокрема систем штучного інтелекту. Використання алгоритмів машинного навчання та аналізу великих даних дозволяє підвищити ефективність управління літальними апаратами, оптимізувати навігаційні процеси та забезпечити більшу безпеку польотів. Актуальність дослідження зумовлена швидким розвитком безпілотних літальних апаратів, супутникових систем та автономних космічних місій. У сучасних умовах штучний інтелект застосовується для обробки великих обсягів телеметричної інформації, прогнозування технічного стану обладнання та автоматизації прийняття рішень під час польоту. Одним із перспективних напрямів використання штучного інтелекту є інтелектуальні системи навігації. Вони здатні аналізувати дані з різних сенсорів у реальному часі, визначати оптимальний маршрут та автоматично коригувати траєкторію руху літального апарата. Це особливо важливо для безпілотних систем, які працюють в умовах обмеженого зв'язку або складної навігаційної обстановки. У космічній галузі технології штучного інтелекту застосовуються для керування супутниками, аналізу зображень дистанційного зондування Землі та планування космічних місій. Автономні алгоритми дозволяють супутникам самостійно визначати необхідність корекції орбіти, оптимізувати енергоспоживання та здійснювати діагностику бортових систем. Крім того, системи штучного інтелекту активно використовуються для технічної діагностики та прогнозування відмов обладнання. Аналізуючи параметри роботи двигунів, бортових систем і конструкцій літальних апаратів, алгоритми машинного навчання можуть завчасно виявляти потенційні несправності, що значно підвищує надійність експлуатації техніки. Отже, впровадження технологій штучного інтелекту в авіаційних та космічних системах є одним із ключових напрямів розвитку галузі. Подальші дослідження у цій сфері сприятимуть створенню більш автономних, безпечних та ефективних літальних апаратів, що відкриває нові можливості для розвитку авіації та космонавтики.

Список використаних джерел

1. Рассел С., Норвіг П. **Штучний інтелект: сучасний підхід**. – 4-те вид. – Нью-Йорк : Pearson Education, 2021. – 1152 с.
2. Гудфеллоу І., Бенжіо Й., Курвілль А. **Глибинне навчання.** – Кембридж : MIT Press, 2016. – 800 с.

3. Саттон Р., Барто Е. **Навчання з підкріпленням: вступ**. – 2-ге вид. – Кембридж : MIT Press, 2018. – 552 с.
4. Бішоп К. **Розпізнавання образів і машинне навчання**. – Нью-Йорк : Springer, 2006. – 738 с.

УДК 629.7.015:57
О. С. Рєзнік, здобувач освіти[1]; А. В. Рєзнік, викладач[1]
[1]Слов'янський фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: rieznik.oksana@sfk.nau.edu.ua; andreyreznik1986@gmail.com

Біоінспіровані аеродинамічні конструкції у сучасному літакобудуванні

Сучасне літакобудування постійно шукає рішення для підвищення аеродинамічної ефективності, зниження опору, підвищення стійкості та маневреності літальних апаратів. Останні роки значна увага приділяється біоінспірації — наслідуванню природних аеродинамічних рішень, що сформувалися в процесі еволюції у птахів, кажанів та комах. Використання пасивних «перепончатих» елементів у крилах літаків є одним із перспективних напрямів, що може забезпечити значні покращення характеристик без складних активних механізмів. У природі птахи та летючі ссавці використовують складні конструкції крил із перепончатими ділянками, що можуть деформуватися під дією повітряного потоку. Ця гнучкість дозволяє оптимізувати профіль та кут атаки крил у різних режимах польоту, зменшувати відрив потоку та покращувати підйомну силу. Птахи, наприклад, можуть пасивно „налаштовувати" крило під час зміни швидкості чи маневрів, що сприяє зниженню енергоспоживання та утриманню стійкості. Такі природні принципи надихають інженерів на створення аналогічних механізмів у техніці. Пасивні перепончаті елементи в конструкціях крил можуть бути реалізовані через використання гнучких мембран або flap-подібних структур, що автоматично реагують на зміни потоку, не потребуючи активного керування. Дослідження в галузі авіаційної аеродинаміки показують, що такі елементи здатні пасивно змінювати геометрію профілю, керувати потоком і мінімізувати негативні ефекти відриву потоку на високих кутах атаки.

Один із прикладів — гнучкі мембрани, що можуть пасивно набирати кривизну (камбер) під дією повітряних навантажень, змінюючи аеродинамічні характеристики крила. Дослідження показують, що оптимальні поєднання жорсткості мембрани та її геометрії здатні підвищувати середню підйомну силу і ефективність польоту порівняно з жорсткими крилами. Пасивні flap-елементи, натхненні пір'ям птахів, також привертають увагу аеродинаміків. Такі flap-елементи можуть бути закріплені в будь-якій частині крила та за рахунок власної гнучкості під впливом потоку виконувати функцію адаптивних поверхонь, які зміщують лінію поділу потоку та пом'якшують негативні ефекти перед відривом. Така пасивна система може забезпечувати збільшення середнього коефіцієнта підйомної сили та певне зниження аеродинамічного опору без потреби складних механічних приводів.

Пасивні елементи не потребують активного керування, оскільки їх форма змінюється під впливом потоку, що робить систему менш складною та більш надійною. Гнучкі мембрани та flap-елементи можуть розподіляти навантаження вздовж крила краще, затримувати відрив потоку і забезпечувати менший опір у поворотах чи за турбулентних умов. Деякі біоінспіровані конструкції показують, що пасивне зміщення напливу і зміна локального профілю допомагають затримати відрив потоку й уникати різких втрат підйомної сили.

У традиційному літакобудуванні ключовими елементами крил залишаються жорсткі профілі з механізованими частинами (елерони, закрилки). Однак сучасні проєкти, такі як адаптивні комплаєнтні крила (Adaptive Compliant Wing), використовують принцип гнучкості для покращення ефективності без окремих сегментів і зазорів, що зменшує опір та витрати пального. Також існують концептуальні дослідження та експерименти з біоінспірованими елементами, що можуть бути інтегровані у крила без значних механічних приводів, використовуючи властивості матеріалів і пасивної деформації. Це особливо актуально для безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та легких літальних систем.

Біоінспіровані пасивні елементи, такі як гнучкі мембрани та flap-подібні структури, демонструють великий потенціал для вдосконалення аеродинамічних характеристик сучасних літаків. Вони дозволяють покращувати підйомну силу, знижувати опір і підвищувати стійкість без складних механічних систем. Перспективність таких підходів підтверджується низкою досліджень, які показують ефективність пасивних адаптивних рішень, запозичених з природи.

Список використаних джерел

1. Á. Martínez-Sánchez, Á. Achirica-Villameriel, N. Doué, V. Ferrand, E. Gowree, Unsteady load alleviation on highly flexible bio-inspired wings in longitudinally oscillating freestreams, arXiv:2501.02399 (2025).

2. F. Shahid, M. Alam, J.-Y. Park et al., Bioinspired Morphing in Aerodynamics and Hydrodynamics: Engineering Innovations for Aerospace and Renewable Energy, MDPI (2025).

A. Gehrke et al., Aeroelastic characterisation of a bio-inspired flapping membrane wing, ResearchGate (2022).

UDC 629.7.015

Savinov Serhii, Postgraduate Student[1]
[1]National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute"
E-mail: s.s.savinov@student.khai.edu

Buckling of a Web under combined Tension and Compression

The strength analysis and design of struts for high-aspect-ratio wings require determining the ultimate state of the beam web under the combined action of tension, compression, shear, and bending. The reviewed sources describe the limit condition for combinations of compression and shear, shear and bending, double tension and compression and bending.

When the struts for high-aspect-ratio wing is bend, the additional curvature may cause the spar web to be compressed in the up-down direction and tensioned in the inboard-outboard direction.

The aim of this work is to demonstrate that the condition for double tension can also be applied to the case of tension and compression, provided that the signs are chosen correctly.

The analytical model is shown in Figure 1. The stability equation will take the form:

$$D \cdot \nabla^2 \cdot \nabla^2 + N_x \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + N_y \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0.$$

The deflection is given by the function:

$$w = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn} \cdot \sin \frac{m \cdot \pi \cdot x}{a} \cdot \sin \frac{n \cdot \pi \cdot y}{b}.$$

Substituting this into the stability equation:

$$D \cdot \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2 - \frac{m^2}{\pi^2 \cdot a^2} \cdot N_x - \frac{n^2}{\pi^2 \cdot b^2} \cdot N_y = 0.$$

Let $N_x \geq N_y$, then $N_y = \varphi \cdot N_x$, where φ is the proportionality constant, and $1 \geq \varphi$. From this equation, we can derive the following formula for the critical force:

$$N_{x\,cr} = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot D}{b^2},$$

and:

$$k = \frac{\left(m^2 \cdot \frac{b^2}{a^2} + n^2 \right)^2}{m^2 \cdot \frac{b^2}{a^2} + \varphi \cdot n^2}.$$

Given a fixed value of φ, by trying out various values of m and n, we can find the smallest value of k, substituting this value into equation $N_{x\,cr}$ yields an expression for calculating the critical force.

Figure 2 shows the allowable curves under simultaneous compression and compression/tension.

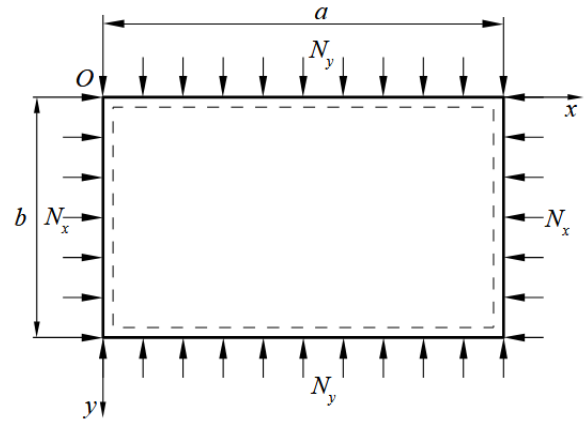


Figure 1. Web of the strut under double normal loading

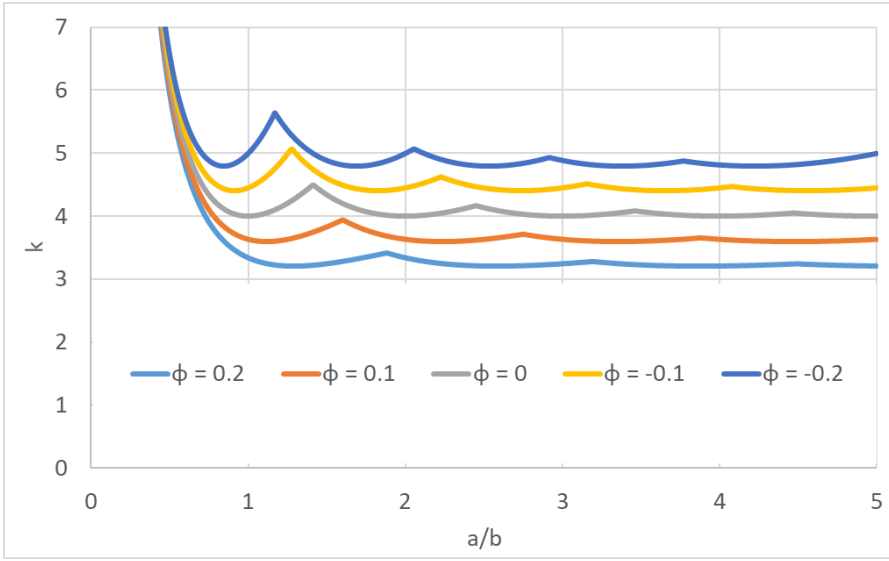


Figure 2. Buckling coefficient as a function of load ratios

Figure 2 shows that the φ coefficient can be used to calculate both plates compressed on both sides and plates compressed on one side and tensioned on the other. Moreover, tension on one side relieves the load on the plate and thereby mathematically increases the buckling coefficient for compression in the opposite direction.

The results of the study coincide with the basic curve for a plate hinged on four sides when $\varphi = 0$. Figure 2 also shows the expected result, when compressed on both sides, the curve slopes downward. The obtained results can be used to calculate struts that are simultaneously tensioned and compressed. It is also interesting to apply this work to cases involving the placement of fuel tanks, compressed gas tanks, etc., with various wing strut configurations.

Regerences

1. Theories of Strength. Complex Resistance [Electronic resource]: Textbook / M. M. Hrebennikov, V. Yu. Miroshnikov, M. I. Pekelnyi. – Kharkiv: National Aerospace University, 2022. – 162 p.

2. Stability of Longitudinally Compressed Rods / A. G. Dybyr, O. V. Makarov, N. I. Pekelnyi. – Textbook. – Kharkiv: National Aerospace University, 2008. – 43 p.

3. Buckling of a Web under Tension and Shear [Electronic resource]: Thesis / S. S. Savinov. – Zaporizhzhia: Zaporizhzhia Polytechnic National University, 2025. – 2 p.

УДК 621.452.3
А. О. Царенко, старший викладач кафедри авіаційного транспорту[1]
[1]Кременчуцький льотний коледж
Харківського Національного університету внутрішніх справ
E-mail: andreklk78@gmail.com

Аналіз структури системи регулювання двигуна Turbomeca Arriel 2D вертольоту H-125

Airbus H-125 — остання версія одного з найвідоміших у світі типів вертольотів — AS350, який експлуатується Державною прикордонною службою України. Це багатоцільовий однодвигунний газотурбінний вертоліт, випущений у 1975 році, який перевершує всі інші вертольоти по ефективності, універсальності та безпеці. У 2005 році версія H-125 встановила світовий рекорд по посадці і злету з гори Еверест на висоті 8 850 метрів— цей рекорд залишається неперевершеним і на цей день.

Система регулювання двигуна Turbomeca Arriel 2D забезпечує:

• нормальну роботу двигуна завдяки керуванню подачею палива;

• передбачення дій пілота;

• резервне керування подачею палива у разі відмови основної керування двигуном.

Блок керування двигуном керує та контролює роботу двигуна.

Система призначена для адаптації двигуна до вимог потужності вертольота, функції передбачення, залишаючись у визначених межах.

Метою системи керування двигуном є отримання:

• максимально постійної частоти обертання несучого гвинта NR і, отже, частоти обертання вільної турбіни N2 в залежності від положення гелікоптера та органів керування польотом, щодо:

• обмеження максимального крутного моменту TRQ_{max} (захист головного редуктора);

• частоти обертання газогенератора N1, з максимальним обмеженням (захист від надмірної частоти обертання) та мінімальним обмеженням (захист від згасання полум'я);

• обмеження температури газу TOT (захист модулів двигуна).

Всі ці обмеження будуть враховані шляхом керування витратою палива, що впорскується в камеру згоряння.

Ця операція виконується автоматично електронним блоком керування двигуном (EECU), пов'язаним з блоком вимірювання витрати палива.

EECU отримує керуючі сигнали та дані від різних датчиків для обчислення та регулювання витрати палива за допомогою блоку керування паливом (FCU), також званого блоком вимірювання витрати палива (FMU).

EECU — це двоканальний комп'ютер, кожен канал якого забезпечує регулювальне керування двигуном по черзі.

Наприклад, якщо для польоту N за керування відповідає канал A, то для наступного польоту N+1 за керування відповідає канал B.

Кожен канал EECU з'єднаний:

• один з одним через внутрішню дискретну лінію (лінію перехресних перешкод);

• з кожним каналом дисплею моніторингу вертольоту та двигуна (VEMD) через ARINC 429;

• з реєстратором параметрів двигуна (EDR) для запису або використання даних.

Кожен канал отримує та обчислює ту саму інформацію, але окремими способами.

Ця інформація порівнюється, і якщо вона відрізняється, генерується повідомлення про несправність.

Повноавтоматизоване цифрове керування двигуном (FADEC) – це автоматична система управління подачею палива, якою керує комп'ютером двигуна (EECU). До EECU передаються наступні параметри двигуна:

• значення крутного моменту (TRQ);

• частота обертання газогенератора (N1);

• тиск повітря P3 на виході з відцентрового компресора;

• температура на виході з турбіни газогенератора (TOT);

• частота обертання вільної турбіни (N2).

Дисплей контролю VEMD та EECU обмінюються інформацією через дві лінії ARINC 429 для обчислення закону NR, який використовується для керування двигуном.

NR обчислюється з урахуванням двох параметрів:

• загального кроку несучого гвинта XPC;

• кроку кермового гвинта XPA.

Кожна смуга VEMD обчислює свої власні дані NR.

Якщо один параметр, XPA або XPC, вважається недійсним або якщо виявлено розбіжність між двома даними NR, VEMD надсилає значення за замовчуванням до EECU.

Список використаних джерел

1. AS350 B3 2D. T1. Training Manual. Engine (ATA 71 to 80). Airbus Helicopters, 2020. 218 p.

2. Turboshaft engine ARRIEL-2B-2B1-2D. Training-notes. Turbomeca training, 2021. 432 p.

3. Turboshaft ARRIEL 2D. Maintenance manual. Safran helicopter engines, 2020.

4
Методи неруйнівного контролю і діагностики

УДК 621.38:004.94
М. В. Кір, здобувач освіти[1]; І. А. Васильченко, викладач[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: drpbk.info@gmail.com

Автоматизована діагностика електронних пристроїв

Сучасних методів автоматизованої діагностики електронних пристроїв, а також узагальнення підходів до побудови відповідних систем.

Несправності електронних пристроїв можуть виникати під впливом різноманітних факторів, серед яких значну роль відіграють теплові процеси, що призводять до перегріву компонентів, а також деградація напівпровідникових елементів у процесі тривалої експлуатації. Додатковими чинниками є електромагнітні перешкоди, які впливають на стабільність сигналів, механічні пошкодження та виробничі дефекти. Виявлення таких проблем на ранніх етапах дозволяє уникнути серйозних відмов і підвищити загальну надійність системи.

Одним із ключових підходів до діагностики є аналіз електричних сигналів, що дозволяє визначити відхилення параметрів від номінальних значень. Зміни амплітуди, частоти або спектральних характеристик сигналів можуть свідчити про наявність дефектів у роботі електронного пристрою. Значну роль також відіграють вбудовані системи самодіагностики, які забезпечують автономну перевірку працездатності без необхідності зовнішнього втручання. Такі системи дозволяють здійснювати контроль у реальному часі та оперативно реагувати на виникнення несправностей.

Окрім цього, широкого застосування набувають алгоритмічні методи діагностики, що базуються на використанні статистичного аналізу та сучасних підходів обробки даних. Використання методів машинного навчання відкриває можливості не лише для виявлення вже існуючих дефектів, але й для прогнозування можливих відмов у майбутньому. Важливим напрямом також є неруйнівний контроль, який включає тепловізійний аналіз, рентгенівські методи та візуальну інспекцію, що дозволяють досліджувати стан пристроїв без їх пошкодження.

Автоматизована система діагностики зазвичай складається з декількох взаємопов’язаних компонентів, які забезпечують повний цикл обробки інформації. На першому етапі здійснюється збір даних за допомогою сенсорних модулів, після чого отримана інформація передається до модуля обробки, де виконується аналіз сигналів. Далі результати порівнюються з еталонними значеннями, що зберігаються у відповідній базі даних. На основі цього формується рішення щодо наявності або відсутності несправності, яке передається користувачу через інтерфейс системи. Такий підхід забезпечує автоматизацію процесу діагностики та мінімізує вплив людського фактору.

Використання автоматизованих систем діагностики дозволяє значно скоротити час перевірки електронних пристроїв та підвищити точність виявлення несправностей. Крім того, такі системи забезпечують можливість безперервного моніторингу стану обладнання та сприяють зниженню витрат на його обслуговування. Водночас існують певні обмеження, пов'язані зі складністю реалізації, необхідністю використання значних обчислювальних ресурсів та залежністю ефективності роботи від якості застосованих алгоритмів. Також важливим фактором є вартість впровадження таких систем.

Подальший розвиток автоматизованої діагностики електронних пристроїв пов'язаний із впровадженням новітніх інформаційних технологій. Зокрема, інтеграція штучного інтелекту дозволяє створювати системи, здатні до самонавчання та адаптації до змін умов експлуатації. Розвиток Інтернету речей забезпечує можливість дистанційного моніторингу та діагностики, а використання великих даних сприяє підвищенню точності прогнозування відмов. У перспективі очікується створення повністю автономних систем, які зможуть самостійно виявляти та усувати несправності.

Автоматизована діагностика є важливим інструментом забезпечення надійності сучасних електронних пристроїв. Використання методів аналізу сигналів, алгоритмічних підходів та вбудованих систем самодіагностики дозволяє значно підвищити ефективність виявлення несправностей. Подальший розвиток цієї галузі пов'язаний із впровадженням інтелектуальних технологій, що відкриває нові можливості для створення високонадійних електронних систем.

УДК 620.179:621.38
Т. Г. Продан, здобувач освіти[1]; І. А. Васильченко, викладач[1]
Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: drpbk.info@gmail.com

Неруйнівний контроль електроніки

Сучасна електроніка характеризується високим рівнем інтеграції та складності, що значно ускладнює процес виявлення дефектів і несправностей. Забезпечення надійності електронних пристроїв є критично важливим завданням у промисловості, телекомунікаціях, медицині та інших сферах. У зв'язку з цим особливого значення набувають методи неруйнівного контролю, які дозволяють проводити діагностику без пошкодження або демонтажу компонентів.

Неруйнівний контроль є сукупністю методів і засобів, що дозволяють визначати технічний стан об'єктів без зміни їх структури та функціональних характеристик. У галузі електроніки ці методи використовуються для виявлення внутрішніх і зовнішніх дефектів, таких як тріщини, порушення контактів, короткі замикання та інші відхилення від нормального стану. Основною перевагою неруйнівного контролю є можливість проведення діагностики без виведення пристрою з експлуатації.

Одним із найпоширеніших методів є тепловізійний контроль, який базується на аналізі теплових полів електронних компонентів. У процесі роботи пристроїв дефектні елементи часто характеризуються підвищеним тепловиділенням, що дозволяє виявити їх за допомогою інфрачервоних камер. Такий підхід є ефективним для діагностики перегріву, коротких замикань та порушення режимів роботи.

Іншим важливим методом є рентгенівський контроль, який дозволяє досліджувати внутрішню структуру електронних компонентів і друкованих плат. Завдяки проникненню рентгенівського випромінювання можна виявляти приховані дефекти, зокрема порожнини у паяних з'єднаннях, мікротріщини та неправильний монтаж елементів. Цей метод широко застосовується у виробництві електроніки для контролю якості.

Оптичний контроль також відіграє важливу роль у діагностиці електронних пристроїв. Використання сучасних систем машинного зору дозволяє автоматизувати процес виявлення поверхневих дефектів, таких як пошкодження доріжок, неправильне розташування компонентів або дефекти пайки. Завдяки високій швидкості та точності такі системи активно застосовуються у виробничих лініях.

Крім того, застосовуються методи акустичного контролю, які базуються на аналізі ультразвукових сигналів, що проходять через матеріал. Вони дозволяють виявляти внутрішні дефекти та неоднорідності структури. Також використовуються електричні методи контролю, які полягають у

вимірюванні параметрів електричних кіл для виявлення відхилень від нормативних значень.

Методи неруйнівного контролю мають низку суттєвих переваг, серед яких можливість проведення діагностики без пошкодження об'єкта, висока інформативність та можливість автоматизації процесу. Вони дозволяють здійснювати контроль як на етапі виробництва, так і під час експлуатації електронних пристроїв. Водночас існують певні обмеження, пов'язані з високою вартістю обладнання, складністю інтерпретації результатів та необхідністю кваліфікованого персоналу. Деякі методи також мають обмежену глибину проникнення або чутливість до певних типів дефектів.

Розвиток неруйнівного контролю пов'язаний із впровадженням сучасних інформаційних технологій, зокрема методів штучного інтелекту та машинного навчання. Це дозволяє автоматизувати процес обробки результатів і підвищити точність виявлення дефектів. Значну роль відіграє також розвиток сенсорних технологій і підвищення роздільної здатності вимірювальних приладів. У майбутньому очікується створення інтегрованих систем діагностики, які поєднуватимуть кілька методів контролю для досягнення максимальної ефективності.

Неруйнівний контроль є важливим інструментом забезпечення якості та надійності електронних пристроїв. Використання тепловізійних, рентгенівських, оптичних та інших методів дозволяє ефективно виявляти дефекти на різних етапах життєвого циклу виробів. Незважаючи на існуючі обмеження, розвиток технологій відкриває нові можливості для вдосконалення методів діагностики та підвищення ефективності їх застосування в електроніці.

УДК 621.317.7
А .І. Радченко, здобувач освіти[1]; Т. Т. Рищиковець, викладач
Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: drpbk.info@gmail.com

Діагностика програмованого індикатора заряду 6133А

Вступ

Актуальність моніторингу стану хімічних джерел струму (ХДС) обумовлена зростаючими вимогами до надійності та контролю систем автономного енергозабезпечення. Точність визначення залишку ємності безпосередньо впливає на безаварійність роботи обладнання та термін служби акумуляторних батарей (АКБ). Використання програмованих індикаторів, таких як серія 6133А, дозволяє реалізувати предиктивний підхід до обслуговування ХДС, забезпечуючи візуалізацію критичних параметрів: напруги, температури, відсоткового рівня заряду, аварійна звукова сигналізація.

Постановка задачі

Метою роботи є верифікація точності вимірювань індикатора 6133А та дослідження особливостей його конфігурування для різних типів акумуляторних батарей (Pb, Li-ion, LiFePO4). Крім того, необхідно:

- експериментальним шляхом підтвердити заявлену виробником точність вимірювання напруги індикатором 6133А;
- використовуючи лабораторний блок живлення Б5-48 та еталонний мультиметр Richmeters RM219, провести серію електричних вимірювань постійної напруги;
- виконати розрахунок відносних похибок, що виникли в результаті проведення вимірювань постійної напруги;
- передбачити можливість використання розробленої методики діагностики індикатора 6133А в освітньому процесі коледжу.

Особливості програмної будови меню індикатора 6133А

Індикатор 6133А є універсальним приладом з діапазоном вимірювання вхідної напруги від 8В до 48В (з можливістю програмованого вибору для конкретного різновиду акумуляторів).

Меню індикатора заряду 6133А складається з 7 пунктів:

1-P – тип батареї Pb (свинцево-кислотна);

2-L – тип батареї Li-ion/Li-Po (літій-іонна/літій-полімерна);

3-F – тип батареї LiFePO4 (літій-залізо-фосфатна);

4 – налаштування значень напруги графічного відображення при 0% та 100% заряду;

5-B – автовідключення дисплея;

6 – налаштування значення напруги, при якому буде спрацьовувати звукова сигналізація;

7-А – ввімкнення або вимкнення звукової сигналізації.

Гнучкість налаштувань дозволяє адаптувати пристрій під конкретну кількість комірок у збірці.

Експериментальна частина

Для дослідження точності вимірювання напруги індикатором 6133А було розроблено методику лабораторної діагностики, що базується на порівнянні показників індикатора з еталонним мультиметром Richmeters RM219. Для проведення експериментальної частини був задіяний лабораторний блок живлення Б5-48 (джерело опорної напруги) та еталонний мультиметр RM219 (використовується в режимі вимірювання постійної напруги). Дослідження проводилось шляхом плавного зниження напруги з 48В до 8В з кроком 0,5В.

Аналіз отриманих результатів

Критерієм придатності пристрою до експлуатації в автономних системах є відносна похибка, яка не повинна перевищувати 1%. В результаті проведених розрахунків відносних похибок найбільше значення становить 0,44%, тобто можна стверджувати, що досліджуваний прилад відповідає заявленим вимогам виробника. За результатами проведеної серії вимірювань постійної напруги можна стверджувати про досить високу лінійність отриманих результатів вимірювань.

Висновки

Експериментально підтверджено, що індикатор 6133А забезпечує стабільне вимірювання напруги з похибкою в межах заявлених значень (менше 1%). Крім метрологічних характеристик, важливою перевагою є наявність програмованих функцій енергозбереження (автоматичне відключення дисплея через 10 секунд) та системи акустичного сповіщення про критичний розряд.

Розглянута методика діагностики індикатора 6133А може успішно використовуватись в освітньому процесі закладу освіти під час вивчення таких дисциплін: електроніка, джерела електроживлення, фізика, діагностика і ремонт радіоелектронних пристроїв, електричні вимірювання.

Список використаних джерел

1. Сайт https://m.media-amazon.com [Електронний ресурс]. Ідентифікатор URL: https://m.media-amazon.com/images/I/71uPtHlXiVL.pdf

2. Булгаков О. В. Моніторинг стану акумуляторних батарей у системах безперебійного живлення / О. В. Булгаков, С. О. Гущин // Системи обробки інформації. – 2015. – Вип. 1. – С. 13-16.

3. Терещенко Т. О. Мікропроцесорні системи контролю хімічних джерел струму: монографія / Т. О. Терещенко, Ю. С. Ямненко. – К.: НТУУ «КПІ», 2018. – 196 с.

5
Системи енергопостачання на транспорті

УДК 621.311.1

І. Ю. Вигузов, М. Д. Коваленко, здобувачі освіти[1];
С. Л. Цвіркун, викладач, к. т. н.[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: ivan.viguzov@krfk.kai.edu.ua; kowalenkomax90@gmail.com;
tserg30@ukr.net

Системи енергопостачання на транспорті

Актуальність теми. Системи енергопостачання транспорту є критично важливими для функціонування сучасної інфраструктури, особливо в умовах зростання енергоспоживання та підвищених вимог до надійності. В умовах розвитку авіації та космонавтики ці системи повинні забезпечувати безперервність живлення, високу якість електроенергії та стійкість до аварійних режимів.

Мета роботи - аналіз сучасних систем енергопостачання на транспорті та визначення шляхів підвищення їх ефективності.

Основна частина. Системи енергопостачання транспорту включають джерела енергії, мережі передачі, системи перетворення та споживачів. Для різних видів транспорту характерні свої особливості.

В автомобільному транспорті основним джерелом є акумуляторні батареї та генератори. В електротранспорті (трамваї, тролейбуси, метро) використовується централізоване електропостачання постійного або змінного струму з тяговими підстанціями.

Залізничний транспорт використовує системи змінного струму (25 кВ, 50 Гц) або постійного струму (3 кВ), що забезпечують живлення електровозів. Важливим є застосування рекуперації енергії під час гальмування, що дозволяє повернути до 20-30% енергії в мережу.

В авіації застосовуються бортові системи електропостачання змінного струму (115/200 В, 400 Гц) та постійного струму (36 В). Джерелами енергії є генератори, що приводяться в дію двигунами, акумулятори та допоміжні силові установки (APU- Auxiliary Power Unit). Наземне обслуговування літаків передбачає використання аеродромних джерел живлення (GPU - Ground Power Unit), що дозволяє зменшити витрати палива та знос двигунів.

Практичне використання систем електропостачання на літаках полягає у забезпеченні роботи критично важливих бортових систем, зокрема:

- авіоніки (системи навігації, зв’язку, управління польотом);
- електродистанційних систем керування (Fly-by-Wire);
- освітлення (зовнішнього та внутрішнього);
- систем кондиціонування та герметизації кабіни;
- паливних насосів і систем керування двигунами;

- протиобліднювальних систем;
- бортових обчислювальних комплексів і систем безпеки.

Особливістю є жорсткі вимоги до надійності та резервування. На практиці це реалізується через: багатоканальні системи живлення (основні та резервні шини); автоматичне перемикання джерел живлення при відмові; використання аварійних джерел, таких як акумулятори та турбогенератори (RAT – Ram Air Turbine); розподіл навантаження між генераторами для запобігання перевантаженням.

У сучасних літаках (концепція *More Electric Aircraft*) спостерігається зростання частки електрифікованих систем, що замінюють гідравлічні та пневматичні приводи. Це дозволяє: підвищити енергоефективність, зменшити масу обладнання, спростити технічне обслуговування, підвищити загальну надійність.

Особливу роль відіграють системи енергопостачання інфраструктури: аеропорти, диспетчерські центри, навігаційні системи. Вони мають багаторівневе резервування, включаючи дизель-генератори та безперебійні джерела живлення.

Сучасні тенденції розвитку включають впровадження відновлюваних джерел енергії, інтелектуальних мереж (Smart Grid), систем накопичення енергії та електрифікацію транспорту. Використання літій-іонних акумуляторів, водневих паливних елементів та гібридних систем дозволяє значно підвищити енергоефективність.

Розрахунок втрат енергії в мережах може бути представлений формулою: $\Delta P = I^2R$, де I - струм, R - опір провідника. Зменшення опору (наприклад, при використанні мідних провідників) дозволяє знизити втрати до 30-40%.

Висновки. Системи енергопостачання транспорту є складними багаторівневими комплексами, що забезпечують ефективну роботу всіх видів транспорту. Основними напрямами розвитку є підвищення енергоефективності, впровадження нових джерел енергії, цифровізація та інтеграція систем. Це особливо актуально для авіації та космонавтики, де надійність енергопостачання є критичною умовою безпеки.

Список використаних джерел

1. Бойко В.С. Енергетичні системи транспорту. - Київ, 2020.
2. Кузнєцов О.П. Електропостачання підприємств. - Харків, 2019.
3. Петренко О.О. Авіаційні енергосистеми. - Львів, 2021.
4. IEA. Transport Energy Outlook, 2022.

УДК 629.735.064
І. Ю. Коваль, К. В. Кондратенко, здобувачі освіти[1]; В.О. Гришин, викладач[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: vitaliigryshin@gmail.com

Електромагнітний варіатор в якості приводу постійних оборотів на пасажирському літаку

У наш час на існуючих літальних апаратах (ЛА) стабільність обертання генераторів забезпечується приводами постійних оборотів (ППО), розміщених між авіаційним двигуном (АД) і генератором. Серійно використовуються ППО таких типів: Механічні; Турбомеханічні; Гідравлічні.

Механічні передачі постійної частоти обертання являють собою фрикційні редуктори з передатним числом, що плавно змінюється (так звані механічні варіатори). Хоча такі передачі мають порівняно високий к. п. д. (0,85÷0,9), але вони конструктивно складні, мають малий термін служби (менше 500÷800 год), і тому широкого застосування не отримали.

У турбомеханічних передачах постійної частоти обертання привод генератора здійснюється від повітряної турбіни, що забирає повітря від компресора авіадвигуна. У турбомеханічній передачі (диференціальної) частина потужності (нерегульованої) знімається з валу двигуна, а частина потужності (регульованої) для повітряно-турбінного приводу диференціала знімається від компресора авіадвигуна у вигляді енергії стисненого повітря. Регулятор кутової швидкості має як чутливий елемент відцентровий датчик.

Гідравлічні передачі застосовуються двох типів: прямої дії та диференціальні. Найбільшого поширення набули диференціальні передачі. Гідравлічні передачі складаються з двох машин: гідронасосу та гідродвигуна. Застосовуються гідравлічні машини як з плунжерними, і з кульковими поршнями. Більше застосування в гідравлічних передачах для приводу авіаційних генераторів змінного струму отримали плунжерні машини через дещо простішу технологію і великий досвід їх виготовлення. Однак досвід експлуатації гідроприводів виявив низку їх суттєвих недоліків. Вартість гідроприводу дуже висока, установка його та налагодження на первинному двигуні надзвичайно складна.

Недоліком усіх ППО, з погляду виробництва, є необхідність поєднання високих технологій обробки металу. Тому для АД з незначним діапазоном частоти обертання можна запропонувати електромагнітний варіатор із вбудованим синхронним генератором, розмістивши його всередині обтічника повітрозабірника АД. Запропонований електромагнітний варіатор являє собою фрикційний механізм конічної безступінчастої передачі внутрішнього зчеплення з осями, що перетинаються, і з гвинтовою подачею ролика, який відрізняється тим, що з метою виключення прослизання шківів при зміні

навантаження, виключення механічних регуляторів сили притиску шківів і зниження постійного струму, що розташована на підшипниковому щиті, охоплює провідний вал та створює електромагнітну силу притиску шківів.

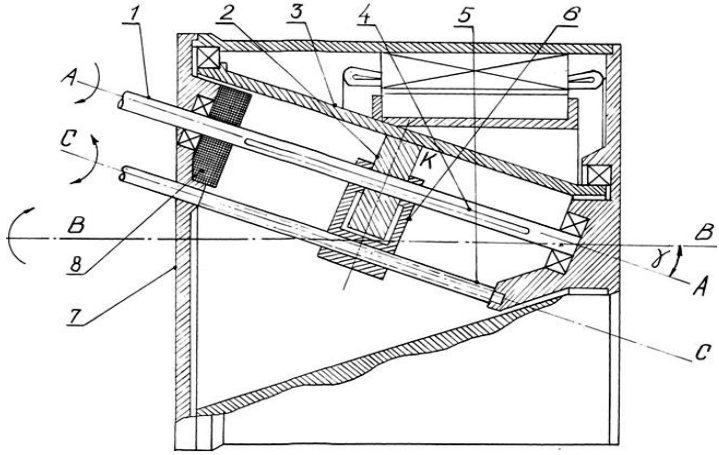


Рис. 1. Электромагнитный вариатор

Список використаних джерел

1. Мартинюк В.С. Електромагнітний варіатор. Пат. на кор. модель №67698 України, МПК H02P 17/00. − №2011 00933; заяв. 28.01.2011; опуб. 12.03.2012, Бюл. №5. – 5 с.
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/Літак?utm_source=chatgpt.com#Генератори
3. Заблонский К.И. и др.. Прикладная механіка. Киев, Вища школа, 1984.- 280 с.
4. Аналіз масоенергетичних показників системи генерування з електромеханічним приводом постійної частоти обертання. "Електрика" №3, 1988.

7
Альтернативні джерела енергії на літальних апаратах

УДК 629.7
О. С. Гринченко, викладач[1]; Т.О. Гринченко, викладач[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail:Tigervillis@gmail.com

Альтернативні авіаційні палива як шлях до сталого розвитку авіації

Сучасна авіаційна галузь стикається з необхідністю зменшення негативного впливу на довкілля, зокрема скорочення викидів парникових газів. Традиційне авіаційне паливо на основі нафти є одним із джерел викидів CO_2 , що стимулює пошук альтернативних рішень.

Одним із найбільш перспективних напрямів є використання сталого авіаційного палива (SAF — Sustainable Aviation Fuel). Таке паливо виробляється з біологічної сировини, зокрема рослинних олій, відходів або водоростей. Його основною перевагою є можливість використання в існуючих авіаційних двигунах без значних конструктивних змін. При цьому рівень викидів CO_2 може бути зменшений до 80% у порівнянні з традиційним паливом. Основним обмеженням залишається висока вартість та недостатній рівень виробництва.

Іншим перспективним видом є водень, який може використовуватися як паливо для реактивних двигунів або у паливних елементах. Головною перевагою водню є відсутність викидів CO_2 під час використання. Однак його впровадження ускладнюється необхідністю зберігання при кріогенних температурах, а також потребою створення нової інфраструктури та модернізації конструкції літаків.

Синтетичні палива (e-fuels) отримують шляхом поєднання водню з уловленим вуглекислим газом із використанням відновлюваної енергії. Вони є сумісними з існуючими двигунами та потенційно вуглецево-нейтральними. Водночас їх виробництво є енергоємним і дорогим, що обмежує їх широке застосування.

Важливою характеристикою альтернативних авіаційних палив є їх енергетична щільність, яка безпосередньо впливає на дальність польоту та ефективність повітряного судна. Традиційний авіаційне паливо має високу енергетичну щільність, що робить його зручним для використання в авіації. Біопаливо практично не поступається йому за цим показником, що забезпечує його сумісність із сучасними літаками. Водень, хоча і має високу питому енергію на одиницю маси, характеризується низькою об’ємною щільністю, що потребує використання спеціальних кріогенних баків значного об’єму. Синтетичні палива за своїми фізико-хімічними властивостями максимально наближені до традиційних палив, що спрощує їх інтеграцію в існуючу інфраструктуру. Таким чином, вибір виду палива визначається компромісом

між енергетичною ефективністю, екологічністю та технічними можливостями його застосування.

Порівняльний аналіз показує, що водень має потенціал для повного усунення викидів CO_2 , але потребує технологічних змін, синтетичні палива є перспективними, але потребують зниження вартості виробництва.

Альтернативні авіаційні палива є ключовим напрямом декарбонізації авіації і подальші дослідження повинні бути спрямовані на підвищення ефективності та доступності альтернативних палив.

УДК 629.7.036.7
І. В. Зубов, здобувач освіти[1]; Ю. Ю. Халецька, викладач[1]
[1]Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж ракетно-космічного машинобудування Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара»
E-mail: izubov576@gmail.com;
yuliya.haletskaya@krkm.dnu.edu.ua

Ядерне паливо у новому поколінні авіації

Представлене дослідження розглядає потенціал гігантських субзвукових літаків вагою від 905 до 3620 тонн для трансокеанічних вантажних перевезень. Використання компактних ядерних реакторів дозволяє таким машинам перевершувати за продуктивністю літаки на хімічному паливі на дистанціях понад 5500 км. Для літака вагою 3620 тонн вигідна ставка за вантаж може бути нижчою за $0,012 за тонно-кілометр.

Теоретичний флот із 1000 таких літаків міг би забезпечити до 8% прогнозованої світової трансокеанічної торгівлі. Продуктивність ядерних літаків значно менше залежить від коливань вартості палива та експлуатаційних витрат порівняно з традиційними аналогами. Проєкт літака Lockheed CL-1201 представляє літак, що за вагою у 15 разів перевищує Boeing 747. Розмах крил становить понад 335 метрів. Здатний перевозити вантаж вагою близько 40% від загальної маси літака. Турбовентиляторні двигуни, які отримують теплову енергію від ядерного реактора, додаткові хімічні двигуни в крилах та носовій частині забезпечують можливість вертикального зльоту та посадки (V/STOL). Замість колісного шасі передбачено використання повітряної подушки, що дозволяє злітати та сідати на воду або непідготовлені поверхні (грунт, дерен). Завдяки ефекту масштабу вага конструкції складає лише 25–30% від загальної маси, попри використання звичайних матеріалів.

Система використовує гелієвий реактор високого тиску. Гарячий гелій нагріває повітря в теплообміннику двигуна, що дозволяє установці працювати як на ядерній, так і на хімічній енергії. Повний захист забезпечує рівень радіації на відстані 9 метрів від реактора (0,25 мілірем/год), що нижче за природний фон космічного випромінювання на висоті польоту (0,35 мілірем/год). Захисна оболонка розрахована на запобігання витоку радіації навіть у разі зіткнення на швидкості до 305 м/с. Використання пластичних високоміцних сталей та структур у вигляді «бджолиних стільників» для поглинання кінетичної енергії удару — без розриву корпусу. Внутрішній шар із діоксиду урану (UO2) діє як вогнетривкий ізолятор, спрямовуючи тепловий потік та сприяючи конденсації продуктів поділу всередині захисної судини. Реактор занурений у воду, яка одночасно служить нейтронним щитом та поглиначем тепла. Для літаків масою 3620 тонн ядерна енергія стає

вигіднішою за хімічну при дальності польоту понад 4500 км. Зі збільшенням розміру літака частка ваги захисного екрана зменшується, що прямо пропорційно збільшує корисне навантаження.

Найбільш важливими для зниження вартості перевезень є потужність реактора, аеродинамічна якість та частка ваги конструкції. Для літаків масою 3620 тонн ядерна енергія стає вигіднішою за хімічну при дальності польоту понад 4500 км. Сучасні SMR реактори за габаритами вже наближаються до тих параметрів, які колись планували для гігантських літаків, але з набагато вищим рівнем безпеки що значно полегшує реалізацію

Список використаних джерел

1 Lockheed CL-1201. Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed_CL-1201 (дата звернення: 27.03.2026).

2 Nuclear powered strategic aircraft systems : Final Report / Lockheed-Georgia Company ; prep. for NASA. 1971. 317 p. URL: https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19710028801/downloads/19710028801.pdf (дата звернення: 27.03.2026).

3 Advances in Micro-Modular Reactor Technology for Aerospace Applications / Office of Nuclear Energy ; U.S. Department of Energy. 2023. URL: https://www.energy.gov/ne/articles/nuclear-propulsion-could-help-get-humans-mars-faster (дата звернення: 27.03.2026).

УДК 629.735:621.3
С. С. Мішустіна, здобувачка освіти[1]; В. Т. Новіков, викладач[1]
[1]Слов'янський фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: mishustina.svitlana@sfk.nau.edu.ua; novikov.vova54@gmail.com

URBAN AIR MOBILITY та електричні літальні апарати EVTOL як новий напрям розвитку в авіації

Зростання чисельності населення великих міст та збільшення інтенсивності транспортних потоків створюють серйозні проблеми для традиційних транспортних систем. Одним із перспективних напрямів розвитку транспортних систем є концепція Urban Air Mobility (UAM), яка передбачає використання повітряного простору міст для перевезення пасажирів і вантажів за допомогою компактних літальних апаратів. Основою таких систем є електричні літальні апарати вертикального зльоту та посадки – eVTOL. Концепція UAM активно досліджується такими міжнародними організаціями, як National Aeronautics and Space Administration та European Union Aviation Safety Agency. Багато авіаційних компаній також ведуть розробку прототипів електричних аеротаксі, зокрема Joby Aviation, Lilium та Volocopter.

Попри значний потенціал Urban Air Mobility, її практична реалізація пов'язана з рядом технічних, економічних та організаційних проблем, серед яких можна виділити наступні: необхідність створення нових типів літальних апаратів; обмеження енергетичних характеристик акумуляторних батарей; формування міської інфраструктури для зльоту та посадки eVTOL; інтеграція нових літальних апаратів у систему управління повітряним рухом. Вирішення цих проблем є важливою передумовою для впровадження систем міської повітряної мобільності. За останні роки концепція Urban Air Mobility стала предметом численних наукових досліджень. У роботах фахівців National Aeronautics and Space Administration зазначається, що використання електричних літальних апаратів у міських умовах може значно зменшити транспортне навантаження на наземні транспортні системи. Беручи до уваги дослідження European Union Aviation Safety Agency, робимо висновок, що розвиток eVTOL може сприяти створенню нових транспортних мереж, які забезпечать швидке пересування між різними районами міст. Окрім цього, сучасні технологічні компанії активно розробляють прототипи електричних аеротаксі, що свідчить про високий інтерес до цієї галузі.

То ж, Urban Air Mobility передбачає створення нової транспортної системи, яка використовує повітряний простір міст для здійснення коротких пасажирських та вантажних перевезень. Основною ідеєю є використання компактних електричних літальних апаратів, здатних здійснювати

вертикальний зліт і посадку. Такі апарати можуть використовуватися для пасажирських перевезень у межах міста, швидких перевезень між аеропортами та центром міста, доставки вантажів, екстрених медичних перевезень тощо. Очікується, що системи UAM дозволять значно скоротити час пересування у великих мегаполісах.

Електричні літальні апарати eVTOL поєднують характеристики вертольотів та літаків. Вони здатні здійснювати вертикальний зліт і посадку, та переходити до горизонтального польоту. Завдяки використанню електричної тяги такі апарати мають значно менший рівень шуму порівняно з традиційними вертольотами, що є важливим фактором для експлуатації у міських умовах. Більшість сучасних проектів eVTOL використовують багатодвигунову конфігурацію, що забезпечує високу стабільність польоту. Електричні двигуни розміщуються на крилах або спеціальних консолях. Та ж компанія Lilium, наприклад, розробила літальний апарат із великою кількістю електричних вентиляторів, вбудованих у крила. Така конструкція забезпечила високу ефективність під час горизонтального польоту. В той же час компанія Joby Aviation створює апарати з нахильними пропелерами, які дозволяють переходити від режиму вертикального зльоту до режиму літакового польоту.

Для функціонування систем міської повітряної мобільності необхідно створити спеціальну інфраструктуру, основним елементом якої будуть вертіпорти — спеціалізовані майданчики для зльоту, посадки та обслуговування eVTOL. Вони можуть розташовуватися на дахах будівель, транспортних вузлах або поблизу аеропортів та будуть містити системи заряджання акумуляторів, центри технічного обслуговування та цифрові системи управління польотами.

Важливим аспектом є інтеграція нових літальних апаратів у систему управління повітряним рухом. І тут вже на обрії спостерігаємо серію проблем даного впровадження, а саме: обмежена енергетична щільність сучасних акумуляторів, необхідність створення нормативно-правової бази, питання безпеки польотів та високі витрати на розробку технологій.

Та все ж Urban Air Mobility є перспективним напрямом розвитку транспортних систем майбутнього. І зрозуміло, що широке впровадження цієї технології потребує вирішення низки технічних, економічних та організаційних проблем. Особливо важливими є розвиток акумуляторних технологій, створення інфраструктури вертіпортів та інтеграція нових літальних апаратів у систему управління повітряним рухом.

Список використаних джерел

3. National Aeronautics and Space Administration. Urban Air Mobility Concept of Operations. Washington, 2020.

4. European Union Aviation Safety Agency. Urban Air Mobility Study. Cologne, 2021.

5. International Civil Aviation Organization. Advanced Air Mobility Report. Montreal, 2022.

УДК 620.92
М. В. Уманов, здобувач освіти[1]; І. К. Кущ, викладач спеціальних дисциплін[1]
[1]Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж ракетно-космічного машинобудування Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара»
E-mail: mishashag2019@gmail.com

Перспективи застосування п'єзоелектричних систем збору енергії в конструкціях сучасної авіаційно-космічної техніки

Сучасна авіаційна та космічна галузі переживають етап глибокої «інтелектуалізації». Зараз літак або ракета-носій - це не просто механічна конструкція, а ще й складна мережа з тисяч датчиків, які в реальному часі контролюють температуру, тиск, напруження металу, вібрацію та інші параметри.

Проте використання великої кількості сенсорів створює ряд проблем.

• Вага: кілометри дротів, необхідних для живлення кожного датчика, додають апарату зайвої ваги. При тому, що кожен зайвий кілограм - це додаткові витрати палива та зменшення корисного навантаження.

• Надійність: традиційна дротова мережа вразлива до обривів, корозії та коротких замикань. Відмова одного з кабелів може призвести до порушення усієї системи моніторингу.

Вирішенням цих проблем може стати використання енергії вібрації, яка завжди присутня під час польоту, але раніше вважалася виключно шкідливим фактором. В основі процесу лежить прямий п'єзоелектричний ефект, який базується на тому, що деякі матеріали (наприклад, спеціальна кераміка або полімери) виробляють електричний заряд, коли їх стискають або розтягують.

Використання п'єзоелектричних систем збору енергії - Piezoelectric Energy Harvesters (PEH) дозволяє здійснити справжній технічний переворот - і замість того, щоб боротися з вібрацією як із ворогом, використовувати її як джерело живлення.

Процес перетворення механічних коливань елементів планера (крил, хвостового оперення) або корпусу ракети на електричну енергію за допомогою п'єзоелементів має декілька етапів.

Механічний етап - збір вібрації. Під час польоту елементи планера чи корпус ракети піддаються аеродинамічним навантаженням, внаслідок чого, виникають мікроколивання та пружні деформації. П'єзоелемент, жорстко закріплений на поверхні або інтегрований у композит, «рухається» разом із конструкцією.

Фізичний етап - прямий п'єзоефект. Коли п'єзоелектричний матеріал (кераміка PZT або полімер PVDF) стискається або розтягується під дією цих коливань, у його кристалічній решітці відбувається зміщення зарядів. На

гранях матеріалу виникає різниця потенціалів - електрична напруга. Чим інтенсивніша вібрація (амплітуда та частота), тим більше енергії генерується.

Електричний етап - кондиціювання енергії. Оскільки вібрація створює змінний струм з нерівномірною амплітудою, його не можна подавати на датчики напряму. Енергія проходить через мікросхему керування: випрямляч - перетворює змінний струм у постійний, накопичувач - енергія збирається в суперконденсаторі або маленькому акумуляторі.

Результат - стабільне живлення для бездротового сенсора або передавача даних.

Для авіакосмічної техніки критично важливим є вибір активного матеріалу:

П'єзокераміка (PZT): має найвищу ефективність генерації, проте є крихкою, важка, має високу щільність. Найкраще підходить для зон зі стабільною вібрацією (вузли двигунів).

П'єзополімери (PVDF): це гнучкі «розумні плівки». Вони легкі, стійкі до ударних навантажень (що критично для ракет) і можуть наклеюватися на вигнуті поверхні крил, створюючи «розумну шкіру» (Smart Skin) літака.

Впровадження п'єзоелектричних Energy Harvesters розкриває перспективи та дає ряд технічних переваг, що дозволяє реалізувати концепцію «Fly-by-Wireless» (політ без дротів).

Основні переваги використання Piezoelectric Energy Harvesters:

- Зниження маси: відмова від частини кабелів суттєво зменшує вагу апарата.
- Автономність: кожен датчик стає енергонезалежним — навіть при виході з ладу центральної мережі, діагностика триватиме.
- Економічність: зменшення ваги веде до прямої економії палива та збільшення корисного навантаження.
- Довговічність: п'єзоелементи не мають рухомих частин (як у звичайних генераторах), тому вони можуть функціонувати довгий час, що особливо критично для важкодоступних місць.
- Екологічність: це чиста енергія, видобута «з нічого» (Energy Harvesting).

Таким чином, можливо створити апарат, який є легшим, надійнішим та здатним до самодіагностики без додаткового джерела живлення. Це відкриває шлях до створення повністю автономних аерокосмічних систем нового покоління, де конструкція сама забезпечує себе енергією для функціонування.

Список використаних джерел

1. Anton S. R., Inman D. J. Vibration Energy Harvesting for Unmanned Aerial Vehicles. Proceedings of SPIE. 2008.
2. https://www.researchgate.net/publication/253114169_Vibration_energy_harvesting_for_unmanned_aerial_vehicles
3. Erturk A., Inman D. J. Piezoelectric Energy Harvesting. Wiley, 2011.

4. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119991151
5. Sodano H. A., Park G., Inman D. J. Estimation of the amount of energy harvested from piezoelectric materials. Journal of Intelligent Material Systems and Structures. 2004.
6. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1475-1305.2004.00120.x
7. Kaur J., Tajane R. Lead-free piezoelectric materials for energy harvesting in aerospace applications: A review. Materials Today: Proceedings. 2023.
8. https://www.researchgate.net/publication/376370366_A_Review_of_Piezoelectric_Energy_Harvesting_Materials_Design_and_Readout_Circuits
9. Khalid S., et al. A Review on Energy Harvesting from Vibrations using Piezoelectric Materials. International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019
10. https://www.ijert.org/research/a-review-of-energy-harvesting-from-vibration-using-piezoelectric-material-IJERTV3IS071363.pdf.

УДК 662.756.3:621.452:504.06

Л. Я. Шеліган, студентка І курсу[1];
Л. М. Сергєєва, викладач фізики і астрономії, методист[1]
[1] Краматорський фаховий коледж технологій та дизайну
E-mail: poshtalinasheligan@gmail.com; sergyeyeva.lidia@gmail.com

Біопаливо як найбільш вагомий компонент при створенні сумішей сталого авіаційного палива

Для забезпечення надійності та ефективності роботи авіаційної техніки потрібні палива високої якості. Наразі основними авіаційними паливами є гас і бензин, які отримують з нафти, що відноситься до невідновлювальних вичерпних природних ресурсів. Отже, людство не може вічно розраховувати на вуглеводневе паливо і має шукати йому альтернативні замінники. Крім того, при згорянні нафтових палив утворюються шкідливі речовини, зменшення викидів яких є актуальною задачею. Сучасні палива мають задовольняти певним вимогам, що пов'язані з економічністю, надійністю та довговічністю роботи літальних апаратів, а також вони мають бути екологічно безпечними. Наведені чинники визначили зростання інтересу до альтернативних палив. Альтернативою нафтовим паливам є застосування біосинтетичних та газових палив, використання яких дозволяє скоротити кількість шкідливих викидів у навколишнє середовище, а джерело їх сировини є відновлювальним [1].

Узагальнену систематизацію альтернативнихвидів авіаційного палива можна представити наступним чином [2-3]: 1) кріогенне паливо – рідкий водень і скраплений природний газа також зріджений вуглеводневий газ – суміш метану, пропану, бутану і, можливо, пентану; 2) синтетичний гас, який отримують з кам'яного вугілля, природного газу або біомаси; 3) біопаливо –синтетичний парафіновий гас, отриманий з біомаси, який змішують з традиційним нафтовим паливом для реактивних двигунів; 4)електрична енергія. Деякі авіаційні компанії вже розробляють літаки, які працюють на електричній енергії [4].

Найбільш перспективним, з погляду зниження викидів парникових газів, є біопаливо, оскільки воно має унікальну властивість – карбононейтральність. Ця властивість полягає в тому, що при згорянні біопалива в атмосферу виділяється та сама кількість CO_2, яка була поглинена раніше рослинною сировиною при фотосинтезі глюкози. Крім того, біопаливо має інші вагомі переваги – його можна змішувати з традиційним нафтовим гасом з метою корегування експлуатаційних характеристик, воно практично не містить сірки, яка обумовлює корозійність нафтового палива, та ароматичних вуглеводнів, які найбільш схильні до сажо- і нагароутворення. Додавання біокомпонентів доскладу авіаційного палива зміцнює граничну плівку на поверхні металів і поліпшує протизносні властивості паливних

сумішей [5]. Біопалива є менш займистими та менш токсичними, що робить їх більш безпечними у використанні.

Для застосування в авіації альтернативне паливо повинно мати такі ж експлуатаційні властивості, як і нафтовий гас, щоб уникнути додаткових витрат на модернізацію паливних систем літальних апаратів та авіаційних двигунів, паливних систем централізованої заправки і пересувних наземних засобів авіаційно-паливного забезпечення. Однак на даний момент синтетичні гаси мають відмінні від нафтових гасів фізико-хімічні властивості. Вирішення зазначеної проблеми здійснюється за рахунок змішування біогасу з гасом, отриманим з нафти, у різних пропорціях. На цих сумішах проводять дослідження без зміни конструкції та переналаштування паливорегулюючої апаратури авіаційних двигунів. Наразі відомо вже сім видів реактивного палива, виробленого з синтетичних компонентів для змішування та є прийнятними для застосування в авіаційній техніці.

Залежно від вихідної сировини виділяють чотири покоління біопалива. До першого покоління відносять біологічну сировину: рослинні олії, тваринний жир, цукор, крохмаль тощо. Олійні культури (ятрофа, рицина), відходи сільського і лісового господарств (кукурудзяний жом, жом цукрової тростини, відходи лісозаготівлі та переробки деревини) належать до другого покоління біосировини. Її отримання пов'язане з набагато меншими витратами, ніж на сировину першого покоління. Але водночас зростають витрати на її збирання, підготовку та переробку. Основні недоліки використання біосировини другого покоління – це великі земельні ресурси, необхідні для її одержання, і відносно невелика віддача з одиниці площі. Саме тому, як біосировину третього покоління розглядають водорості, при виробництві яких не потрібні земельні ресурси, а також можлива більша концентрація біомаси і висока швидкість її відтворення. Біосировина четвертого покоління наразі перебуває здебільшого на початкових етапах дослідження і розробки. Це генетично модифіковані організми, наприклад, мікроводорості, ціанобактерії, грибки та дріжджі.

Основні недоліки біопалив: –обмежене виробництво; –різнорідність сировини для його виробництва залежно від регіону та складність приведення до єдиного стандарту; –велика вартість перевезення та зберігання біопалива.

Висновки

Посилення вимог міжнародного екологічного законодавствата вимог ICAO, а також пошуки шляхів зниження енергозалежності від країн-експортерів нафтита нафтопродуктів є основними рушійними силами розвитку досліджень і розробок у сфері використання альтернативних видів палив.

Розвиток технологій виробництва і використання альтернативних палив сприятиме інноваціям в авіаційній промисловості, що обумовлюють ефективне використання ресурсів і зменшення негативного впливу авіаційної техніки на довкілля. Авіаційні біопалива вже досягли певного прогресу і

поступово застосовуються не лише у тестових експериментальних польотах, а й впроваджуються при виконанні комерційних авіаперевезень літаками різних типів. На сьогодні військова реактивна авіація України літає на паливі Jet A-1, яке паливозаправниками доставляють з різних країн Європи. На жаль, на часі мабуть можна тільки мріяти про цікаві експерименти з альтернативними паливами, тим більше, що в Україні такі роботи знаходяться на початковій стадії. Тому є надзвичайно актуальним і важливим аналіз світового досвіду цього напрямку задля розробки технологій синтезу й використання альтернативних авіаційних палив з вітчизняної, бажано відновлюваної, сировини.

Список використаних джерел

1. Бєкіров А.Ш., Бережний А.О., Токарєва І.А., Мухіна Т.П. Розвиток, бойове застосування та озброєння авіації. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2023, No 2(51) с.15-20.

2. Технічна електрохімія. Сучасні хімічні джерела струму, електроліз розплавів, електросинтез хімічних речовин / за ред. Б. І. Байрачного.Ч. 5. Харків: НТУ “ХПІ”, 2016. 272с.

3. АсавалюкА.В., БездєльнийВ.В., ГлухийМ.Р., Мухіна Т.П. Оглядовий аналіз фізико-хімічних та експлуата-ційнихвластивостей альтернативних палив для авіаційних двигунів. Системи озброєння і військова техніка. 2013. No3(35). с.48-52.

4. Водень і електрика. Як будуть їздити і літати після Ілона Маска. Dsnews.ua: веб-сайт. URL:https://www.dsnews.ua/ukr/future/po-primeru-avtomobiley-zelenaya-revolyutsiya-dokatilas-do-22092018220000

5. Яковлєва А. В. Фізико-хімічні властивості палив для повітряно-реактивних двигунів, модифікованих компонентами рослинного походження : дис. канд. техн.наук: Національний авіаційний університет. Київ, 2016. 177 с.

8
Екологічні аспекти використання альтернативних джерел енергії на літальних апаратах

УДК 629.7.03
Д. С. Гришко, здобувач освіти[1]; Ю. Ю. Халецька, викладач[1]
[1]Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж ракетно-космічного машинобудування Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара»
E-mail: griskoden84@gmail.com; yuliya.haletskaya@krkm.dnu.edu.ua

Перспективи використання екологічного палива в авіації та космонавтиці

Наразі в авіації та космонавтиці можна спостерігати тенденцію «зелених» технологій. Для інженерів зараз важливіше не тільки зробити літак швидшим або ракету вантажнішою, а й зберегти навколишнє середовище. Авіація дає близько 2,5% світових викидів вуглекислого газу. З космосом ситуація інша: запусків менше, але вони здійснюють викиди прямо у верхні шари атмосфери. Постає питання - чи зможемо ми літати в небо і запускати ракети, не вбиваючи при цьому нашу планету?

Найбільшою проблемою звичайної авіації можна вважати авіагас, який залишає величезний вуглецевий слід. Сьогодні інженери пропонують два шляхи вирішення: повний перехід на електрику або використання водню. Електричні літаки - це вже не фантастика і не далека перспектива, це сучасний розвиток технологій. Наприклад, модель Velis Electro, яка офіційно сертифікована. Звісно, він бере на борт лише двох людей, але для навчання пілотів чи коротких перельотів - те, що треба. Плюси очевидні: нуль викидів і майже безшумний політ. Але є головний мінус - енергомісткість акумуляторів у 50 разів менша, ніж у звичайного палива. Виходить, щоб підняти у повітря великий лайнер на кшталт Boeing, батареї важитимуть більше, ніж сам літак.

Проєкт Airbus ZEROe. Водень пропонують використовувати двома способами: спалювати його в двигунах, отримуючи на виході лише водяну пару, або використовувати паливні елементи, щоб генерувати електрику.

Щодо космонавтики, то ракета фізично не зможе літати на акумуляторах, оскільки їй потрібна потужна енергія хімічного вибуху. Раніше в якості палива використовувався гас або дуже токсичний гептил, а зараз індустрія активно переходить на метан - суміш рідкого метану та кисню. При згорянні він виділяє набагато менше сажі, ніж гас. А сажа в стратосфері призводить до руйнування озонового шару. Також метан не залишає нагару на двигунах, тому такі двигуни, як Raptor у SpaceX або BE-4 у Blue Origin, можна використовувати десятки разів без постійного ремонту. Важливим є, що метан можна виробляти прямо на Марсі з місцевих ресурсів - це робить польоти туди й назад не просто можливими, а й екологічно замкненими. Деякі компанії, як-от британська Orbex, експериментують із біопропаном,

який отримують із відходів сільського господарства. Кажуть, що це знижує вуглецевий слід від запуску аж на 90%.

Є кілька причин, які ускладнюють перехід на біопаливо. Перша - інфраструктура. Усі аеропорти та космодроми будувалися десятиліттями під рідке паливо, і щоб перевести їх на водень або встановити зарядні станції, потрібні трильйони доларів. Друга - виробництво самого палива. «Зелений» водень має вироблятися з сонця чи вітру, але якщо ми заряджатимемо електричний літак енергією від вугільної електростанції, сенс у екологічності зникає. І третя - вага. Поки що немає надпотужного акумулятора, який був би одночасно легким і містким, а в аерокосмічній галузі зайва вага - це головний ворог.

Можна зробити висновок, що авіація та космонавтика вже не можуть ігнорувати екологію. Перехід на електрику в небі та метан у космосі - це реальна необхідність, без якої галузь не зможе якісно розвиватись.

Список використаних джерел

1. Raptor (ракетний двигун) // Вікіпедія : вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Raptor_(%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD) (дата звернення: 30.03.2026).
2. ICAO and IRENA join forces to accelerate access, financing and implementation of aviation clean energy projects // International Civil Aviation Organization. URL: https://www.icao.int/news/icao-and-irena-join-forces-accelerate-access-financing-and-implementation-aviation-0 (дата звернення: 30.03.2026).
3. Новини // SAF Україна. URL: https://saf.org.ua/news/2219/ (дата звернення: 30.03.2026).

УДК 629.733.3:620.92
О. М. Мазур, здобувач освіти[1], Ю. Ю. Халецька, викладач[1]
[1]Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж ракетно-космічного машинобудування Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара»
E-mail: 9890598@stud.krkm.dnu.edu.ua; yuliya.haletskaya@krkm.dnu.edu.ua

Використання супер-дирижаблів для післявоєнного відновлення України у секторі зеленої енергетики

Післявоєнне відновлення України вимагатиме не просто відбудови старого, а впровадження технологій науково-технічного стрибка. Енергосистема України зазнає значних руйнувань, що виявило вразливість централізованих вузлів. Країні потрібна енергетика, яка є мобільною, децентралізованою та невразливою до наземних логістичних проблем.

В даній роботі розглядається можливість використання супер-дирижаблів для досягнення поставленої задачі. Варто зазначити, що дирижаблі - це не повернення в минуле, а використання енергії висотних вітрів та Сонця на рівнях, недоступних для наземних ВЕС. Дирижабль вантажопідйомністю 200 тон, наповнений воднем і вкритий сонячними панелями, стане автономним об’єктом здатним заживити не тільки власні потреби, а й цілі міста або стратегічні промислові об'єкти.

Україна має глибоке коріння у повітроплаванні. Ще у 1911 році київський інженер Федір Андерс створив перший вітчизняний дирижабль «Київ», який успішно перевозив пасажирів. Сьогодні, поєднуючи авіаційну спадщину та сучасні досягнення в альтернативній енергетиці та техніці, Україна може відродити цей вид транспорту як базу для літаючих електростанцій.

Для реалізації стратегії енергетичної незалежності пропонується створення апарата наступного покоління «Sky-Energy Ukraine». Дирижабль жорсткої конструкції із вуглецевим (карбоновим) каркасом, довжиною 380м та діаметром 70м, наповнений 450000 м3 газу (водень) буде здатним переносити 200-250 тонн корисного вантажу (генератори, кабелі, системи управління тощо).

Головна інновація проєкту - комбінація двох типів генерації на висоті 800–1000 метрів, де енергетична щільність середовища в рази вища, ніж на землі.

Такі дирижаблі матимуть ряд переваг в порівняння з будівництвом традиційних станцій у період відновлення:

- швидкість розгортання
- незалежність від ландшафту
- мобільність
- незалежність від мінної небезпеки

- екологічність

Проєкт супер-дирижаблів «Sky-Energy Ukraine» - здатен стати стратегічним інструментом енергетичної незалежності України.

Список використаних джерел

1. Енергетична стратегія України до 2050 року. Урядовий портал. URL: https://www.mev.gov.ua/reforma/enerhetychna-stratehiya-0 (дата звернення: 26.03.2026).
2. Савін В. В. Повітроплавання в Україні : (Історія конструкцій Федора Андерса). Київ, 2012. 128 с.
3. Archer C. L., Caldeira K. Global Assessment of High-Altitude Wind Power. IEEE Transactions on Energy Conversion. 2009. Vol. 24, no. 2. P. 515–525.
4. Buoyant Air Turbine (BAT) Technology Overview : Report by Altaeros Energies. 2014. URL: https://www.altaeros.com/ (дата звернення: 26.03.2026).
5. Cherubini A. et al. Airborne Wind Energy Systems: A review of the technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. Vol. 51. P. 1461–1476.
6. Hydrogen as a lifting gas and energy carrier in airships. Hydrogen Europe Research. 2022. URL: https://hydrogeneurope.eu/ (дата звернення: 26.03.2026).
7. Renewable Power Generation Costs. IRENA (International Renewable Energy Agency). 2023. URL: https://www.irena.org/ (дата звернення: 26.03.2026).

УДК 629.735:502.131
С. Р. Мішустіна, здобувачка освіти[1]; О. В. Довженко, викладач[1]
[1]Слов'янський фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: mishustina.snizhana@sfk.nau.edu.ua; Alexbos13@gmail.com

Перспективи впровадження водневих технологій у цивільній авіації

Інтенсивний розвиток авіаційного транспорту супроводжується зростанням обсягів викидів парникових газів та інших шкідливих речовин у атмосферу. За даними International Civil Aviation Organization, частка авіаційного транспорту у світових викидах CO_2 становить приблизно 2–3 %, однак у разі збереження існуючих темпів зростання авіаперевезень цей показник може значно зрости в майбутньому. З метою зменшення негативного впливу на довкілля активно розробляються нові технології, спрямовані на підвищення енергоефективності повітряних суден та використання альтернативних джерел енергії. Одним із найбільш перспективних напрямів є застосування водню як авіаційного палива. Водень характеризується високою питомою енергією та не містить вуглецю, що дозволяє значно зменшити викиди парникових газів під час його використання. Сучасні дослідження у галузі водневої авіації активно проводяться такими провідними компаніями, як Airbus та Rolls‑Royce, які розробляють нові концепції літаків і силових установок, здатних працювати на водневому паливі. Проте впровадження водневих технологій потребує комплексного підходу, що включає модернізацію конструкції літаків, створення нових типів двигунів та формування відповідної інфраструктури аеропортів.

Водень є одним із найпоширеніших хімічних елементів та має ряд унікальних фізико-хімічних властивостей, які роблять його прогресуючим енергетичним ресурсом. Основною перевагою водню є його висока питома теплота згоряння, яка становить приблизно 120 МДж/кг, що майже утричі перевищує аналогічний показник для традиційного авіаційного палива. Використання водню як енергоносія може забезпечити значне підвищення енергоефективності авіаційних силових установок. Крім того, під час згоряння водню утворюється лише водяна пара, що практично виключає утворення вуглекислого газу. Разом із тим водень має і певні недоліки. Насамперед це його низька об'ємна щільність, що потребує використання великих паливних баків. У більшості проектів водневих літаків передбачається використання зрідженого водню, який зберігається при температурі близько −253 °C. Це вимагає застосування спеціальних кріогенних резервуарів із високим рівнем теплоізоляції.Ще одним важливим аспектом є безпека використання водню. Через високу летючість та широкий діапазон вибухонебезпечних концентрацій необхідно застосовувати

спеціальні системи контролю та захисту. Традиційні авіаційні двигуни використовують як паливо авіаційний керосин, який має відносно високу об'ємну енергетичну щільність і добре підходить для використання у турбореактивних та турбогвинтових двигунах. Проте спалювання керосину супроводжується утворенням значної кількості вуглекислого газу, оксидів азоту та інших шкідливих речовин. Водневі двигуни можуть реалізовуватися у двох основних варіантах. Перший варіант передбачає використання водню як палива у традиційних газотурбінних двигунах. У цьому випадку водень спалюється у камері згоряння, утворюючи високотемпературний газовий потік, який приводить у дію турбіну. Основною перевагою такого підходу є можливість використання існуючих технологій та досвіду створення газотурбінних двигунів. Другий варіант передбачає застосування водню у паливних елементах, які виробляють електричну енергію для живлення електродвигунів. Така схема має вищу енергетичну ефективність та практично не створює шкідливих викидів. Однак її використання у великих пасажирських літаках поки що обмежене через недостатню потужність сучасних паливних елементів. Порівняльний аналіз показує, що водневі двигуни мають значний потенціал для зниження екологічного впливу авіації. Проте їх впровадження потребує суттєвих змін у конструкції літаків, зокрема у розміщенні паливних баків та систем подачі палива.

Перехід на використання водневих літаків неможливий без створення відповідної інфраструктури аеропортів. Така інфраструктура повинна забезпечувати виробництво, зберігання, транспортування та заправлення водню. Одним із можливих варіантів є виробництво водню безпосередньо на території аеропорту за допомогою електролізу води із використанням електроенергії з відновлюваних джерел. Інший варіант передбачає транспортування водню з промислових підприємств за допомогою трубопроводів або спеціальних цистерн. Для зберігання зрідженого водню використовуються кріогенні резервуари, які забезпечують підтримання необхідної температури та мінімізують втрати палива через випаровування. Також необхідні системи контролю тиску, температури та безпеки. Заправлення воднем потребує створення спеціалізованих заправних комплексів, які забезпечують швидке та безпечне постачання палива до літаків. При цьому особлива увага приділяється системам безпеки, які повинні запобігати витокам та утворенню вибухонебезпечних сумішей.

Переважна більшість експертів вважають, що воднева авіація може стати одним із ключових напрямів розвитку авіаційної галузі у XXI столітті. Зокрема, компанія Airbus реалізує програму ZEROe, метою якої є створення першого комерційного пасажирського літака на водневому паливі. Очікується, що перші серійні водневі літаки можуть з'явитися у 2030–2035 роках. На початковому етапі вони, ймовірно, будуть використовуватися на регіональних авіалініях, після чого технологія може бути адаптована для середньо- та далекомагістральних літаків.

Аналізуючи всі ствердження та результати досліджень, можна впевнено говорити, що використання водню як альтернативного авіаційного палива має значний потенціал для зниження негативного впливу цивільної авіації на довкілля. Водень характеризується високою питомою енергією та відсутністю вуглецевих викидів під час його використання, що робить його перспективним енергетичним ресурсом для авіаційної галузі. Разом із тим впровадження водневих технологій потребує комплексної модернізації авіаційної системи, включаючи розробку нових типів двигунів, адаптацію конструкції літаків та створення спеціалізованої інфраструктури аеропортів. У довгостроковій перспективі розвиток водневої авіації може стати важливим кроком на шляху до створення екологічно стійкої транспортної системи майбутнього.

Список використаних джерел

1. International Civil Aviation Organization. Environmental Report 2022. Montreal: ICAO, 2022.
2. European Union Aviation Safety Agency. Hydrogen Aviation Report. Cologne: EASA, 2021.
3. National Aeronautics and Space Administration. Hydrogen as Aviation Fuel: Research and Development. Washington, 2020.
4. Airbus. ZEROe: Towards the world’s first hydrogen-powered commercial aircraft. Toulouse, 2023.
5. Brewer G. D. Hydrogen Aircraft Technology. Boca Raton: CRC Press, 2018.

9
Наземна інфраструктура на транспорті, транспортні технології

УДК 656.7:658.7

К. С. Базик, здобувачка вищої освіти[1];
М. В. Харченко, к.е.н., доцент кафедри менеджменту[1]
[1]Класичний приватний університет
E-mail:atlanta1680@gmail.com

Розвиток наземної логістичної інфраструктури авіаційного транспорту

Наземна інфраструктура авіаційного транспорту є ключовим елементом забезпечення ефективного функціонування авіаційної та космічної галузей, оскільки саме вона формує умови для організації потоків пасажирів, вантажів, технічного обслуговування повітряних суден та взаємодії між різними видами транспорту. У контексті навчальної дисципліни «Логістична інфраструктура» дана проблематика розглядається як складна система взаємопов'язаних об'єктів і процесів, що забезпечують безперервність логістичних операцій у транспортних вузлах, зокрема в аеропортах та аеродромних комплексах. Розвиток авіаційної інфраструктури безпосередньо впливає на рівень транспортної доступності регіонів, швидкість доставки вантажів та загальну ефективність логістичних ланцюгів постачання [1].

Сучасна наземна інфраструктура авіаційного транспорту включає комплекс технічних, інформаційних і сервісних об'єктів, таких як злітно-посадкові смуги, руліжні доріжки, перони, вантажні термінали, склади тимчасового зберігання, паливозаправні комплекси, системи управління рухом та інші елементи, що забезпечують функціонування аеропортів як логістичних хабів. У логістичному аспекті аеропорт розглядається не лише як точка переміщення повітряного транспорту, а як багатофункціональний розподільчий центр, що інтегрує різні види транспортних потоків і забезпечує їх координацію [2].

Особливого значення набуває інтеграція авіаційної інфраструктури з іншими видами транспорту, зокрема автомобільним та залізничним, що дозволяє формувати мультимодальні транспортні системи. Така інтеграція забезпечує скорочення часу доставки вантажів, зниження логістичних витрат та підвищення гнучкості транспортних маршрутів. У сучасних умовах глобалізації логістичних процесів аеропорти дедалі частіше трансформуються у транспортно-логістичні центри, які виконують функції перерозподілу вантажопотоків між континентальними та регіональними напрямками [3].

Важливою складовою розвитку наземної інфраструктури є впровадження цифрових технологій управління логістичними процесами. Використання автоматизованих систем управління складськими операціями, систем відстеження вантажів у реальному часі та технологій «розумного аеропорту» дозволяє значно підвищити ефективність обробки вантажів і зменшити час простою транспортних засобів. Крім того, цифровізація сприяє підвищенню рівня безпеки та прозорості логістичних операцій, що є особливо

важливим для авіаційної галузі, яка характеризується високими вимогами до надійності та точності [1].

Умови сучасних викликів, включаючи нестабільність глобальних ланцюгів постачання та зростання вимог до швидкості доставки, обумовлюють необхідність модернізації наземної інфраструктури авіаційного транспорту. Особливу увагу слід приділяти розвитку вантажних терміналів, розширенню складських потужностей, оптимізації маршрутів руху техніки на території аеропортів та підвищенню енергоефективності інфраструктурних об'єктів. У цьому контексті логістичний підхід дозволяє розглядати інфраструктуру як єдину систему, орієнтовану на мінімізацію витрат і максимізацію пропускної здатності транспортного вузла [2].

Таким чином, наземна інфраструктура авіаційного транспорту є важливим елементом логістичної системи, що забезпечує ефективну інтеграцію авіаційного транспорту у глобальні транспортні мережі. Її розвиток визначається рівнем технологічного забезпечення, ступенем інтеграції з іншими видами транспорту та ефективністю управління логістичними процесами. Подальше вдосконалення інфраструктури сприятиме підвищенню конкурентоспроможності авіаційного транспорту та розвитку міжнародних логістичних зв'язків.

Список використаних джерел

1. Крикавський Є. В. Логістика. Основи теорії : підручник. Львів : Львівська політехніка, 2020. 416 с.
2. Данько М. І., Кузьмін О. Є. Логістична інфраструктура транспортних систем : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2019. 278 с.
3. ICAO. Airport Planning Manual. Part 1: Master Planning. Montreal : International Civil Aviation Organization, 2021. 350 p.

УДК 656.1/.5

М. П. Корчук, викладач[1]
[1]ВСП «Надвірнянський фаховий коледж НТУ»
E-mail: korchukm@nfcntu.ukr.education

Стратегічні напрями розвитку транспортної інфраструктури в умовах глобальної цифровізації

Транспортна інфраструктура сьогодні є «кровоносною системою» економіки. Її розвиток визначається не лише фізичною протяжністю шляхів, а якістю їхнього технологічного наповнення та здатністю інтегруватися в єдиний цифровий простір. Головним трендом є перетворення пасивних об'єктів (доріг, мостів, терміналів) на активні системи. Це передбачає впровадження датчиків у дорожнє полотно для моніторингу навантаження та зносу в реальному часі, а також автоматичне регулювання світлофорних циклів та управління швидкісними режимами залежно від інтенсивності потоку.

Розвиток інфраструктури має базуватися на створенні високотехнологічних хабів, де поєднуються різні види транспорту. Створення зон швидкого перевантаження (залізниця – авто – авіа) дозволяє прискорити логістику на 25-30%. Важливим аспектом є розвиток транспортно-пересадочних вузлів (ТПВ), що мінімізують час пересадки пасажирів між міським та міжміським транспортом. Окрім цього, інфраструктура повинна адаптуватися до вимог декарбонізації. Це включає будівництво мереж надшвидких зарядних станцій та виділених смуг з можливістю динамічної підзарядки (індукційні дороги). Застосування вторинних матеріалів при будівництві доріг (перероблений пластик, асфальтобетон з додаванням гумової крихти) суттєво подовжує термін служби покриття.

Сучасна інфраструктура знижує логістичні витрати у собівартості продукції, роблячи економіку більш конкурентоспроможною. Цифровізація доріг дозволяє знизити рівень ДТП на 20-40% за рахунок виключення людського фактора в управлінні потоками. Майбутнє за автономними транспортними коридорами, які будуть повністю відокремлені від загального потоку для забезпечення безперебійного руху. Таким чином, перехід до інтелектуальної інфраструктури є необхідною умовою ефективного розвитку транспортної галузі.

Список використаних джерел

1. Прокудін Г. С. Моделювання транспортних систем : навч. посіб. Київ : НТУ, 2012. 234 с.

2. Дмитрієв М. М., Хмелев Р. В. Інтелектуальні транспортні системи: концептуальні основи та технології : монографія. Київ : Видавництво НТУ, 2019. 188 с.

3. Ломотько Д. В., Ковальов А. О. Розвиток транспортної інфраструктури в умовах формування міжнародних логістичних систем. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. 2017. Вип. 172. С. 15–23.

УДК 629.7:665.6:006
А. В. Реута, старший викладач[1]; І. О. Дєрябіна, старший викладач[1]
[1]Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ
E-mail: reutaalla@gmail.com; deriabinainna75@gmail.com

Розроблення та оптимізація порядку заправлення паливом дистанційно керованих безпілотних систем на основі сучасних вимог нормативно-технічного регулювання

Стрімкий розвиток дистанційно керованих безпілотних авіаційних систем (БпАК) зумовлює необхідність формування ефективної нормативно-технічної бази, яка б регламентувала процеси їх експлуатації, технічного обслуговування та забезпечення паливом. Особливо актуальним є питання розроблення раціонального порядку заправлення паливом безпілотних систем, що застосовуються у військовій сфері, цивільній авіації, моніторингу інфраструктури, екологічних дослідженнях та логістичних операціях. Процеси паливозабезпечення безпілотних літальних апаратів мають низку специфічних особливостей порівняно з традиційною авіацією. Це пов’язано з конструктивними характеристиками безпілотних систем, різноманітністю типів силових установок, умовами експлуатації, а також підвищеними вимогами до безпеки під час наземного обслуговування. У зв’язку з цим виникає необхідність удосконалення нормативних вимог і розроблення технологічно обґрунтованого порядку виконання операцій заправлення.

Формування сучасних підходів до експлуатації безпілотних систем значною мірою базується на рекомендаціях міжнародних авіаційних організацій. Зокрема, міжнародна організація цивільної авіації – International Civil Aviation Organization – розробила модельні нормативні документи щодо регулювання використання безпілотних авіаційних систем. У межах цих документів визначено основні принципи організації експлуатації безпілотних літальних апаратів, включаючи вимоги до сертифікації, технічного обслуговування та забезпечення безпеки польотів [1].

Згідно з модельними правилами ІСАО, держави можуть використовувати єдині рекомендації для формування національних регуляторних механізмів у сфері експлуатації БпАК. Ці правила охоплюють різні категорії безпілотних систем, визначають порядок їх реєстрації, сертифікації та технічного контролю [2].

У країнах Європейського Союзу регулювання діяльності безпілотних систем здійснюється відповідно до вимог European Union Aviation Safety Agency. Європейські правила передбачають ризик-орієнтований підхід до експлуатації безпілотних систем, що враховує масу апарата, характер польотів, складність операцій та потенційні ризики для третіх осіб [3].

При цьому енергетичні ресурси, необхідні для функціонування силових установок безпілотних літальних апаратів, включаючи паливо або інші джерела енергії, розглядаються як складова системи забезпечення польоту та повинні перевірятися на етапі технічної оцінки конструкції апарата [3].

У Сполучених Штатах Америки регулювання експлуатації безпілотних літальних апаратів здійснюється відповідно до норм Federal Aviation Administration, де особлива увага приділяється питанням безпеки польотів, технічного стану обладнання та відповідальності операторів під час експлуатації безпілотних систем.

Міжнародний досвід свідчить, що у більшості країн значну увагу приділяють стандартизації процедур технічного обслуговування безпілотних літальних апаратів, включаючи процеси перевірки систем живлення, контролю залишку енергетичних ресурсів та організації наземного обслуговування.

Оптимізація процесів заправлення паливом дистанційно керованих безпілотних систем повинна базуватися на комплексному підході, що враховує технічні характеристики літальних апаратів, вимоги безпеки та умови їх експлуатації.

До основних етапів технологічного процесу заправлення паливом безпілотних систем доцільно віднести:

1. Підготовчий етап, який передбачає перевірку технічного стану безпілотного апарата, герметичності паливної системи, справності паливозаправного обладнання та відповідності палива встановленим стандартам.
2. Контроль якості палива, що включає перевірку фізико-хімічних показників, відсутність механічних домішок та води, а також відповідність маркування паливно-мастильних матеріалів.
3. Безпосередній процес заправлення, який здійснюється з використанням спеціалізованого паливозаправного обладнання або мобільних паливних систем. При цьому важливе значення має дотримання вимог пожежної безпеки, заземлення обладнання та виключення можливості утворення статичної електрики.
4. Післязаправний контроль, що включає перевірку герметичності паливної системи, контроль об’єму заправленого палива та фіксацію результатів у відповідній технічній документації.

Оптимізація даного процесу може бути досягнута шляхом впровадження автоматизованих систем контролю заправлення, використання цифрових систем моніторингу технічного стану паливної системи та інтеграції систем обліку паливно-мастильних матеріалів.

Подальший розвиток нормативно-технічної бази у сфері паливозабезпечення безпілотних систем повинен бути спрямований на гармонізацію національних стандартів із міжнародними вимогами. До перспективних напрямів удосконалення належать:розроблення єдиних стандартів технічного обслуговування безпілотних систем; стандартизація процедур заправлення паливом у польових та стаціонарних умовах;

впровадження автоматизованих систем контролю якості палива; створення нормативних документів, що регламентують безпеку виконання паливозаправних операцій.

Урахування міжнародного досвіду та рекомендацій провідних авіаційних організацій дозволить підвищити ефективність експлуатації безпілотних систем та забезпечити належний рівень безпеки під час виконання паливозаправних операцій.

Розвиток дистанційно керованих безпілотних систем потребує вдосконалення нормативно-технічного регулювання процесів їх експлуатації, зокрема у сфері паливозабезпечення. Аналіз міжнародних нормативних документів і практики використання безпілотних систем у різних країнах свідчить про необхідність гармонізації національних стандартів із міжнародними рекомендаціями.

Запропонований підхід до оптимізації порядку заправлення паливом безпілотних систем дозволяє підвищити ефективність експлуатації техніки, мінімізувати ризики виникнення аварійних ситуацій та забезпечити високий рівень безпеки під час виконання наземних технологічних операцій.

Список використаних джерел

1. Матеріали та модельні правила використання безпілотних авіаційних систем – International Civil Aviation Organization.
2. Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems – European Union Aviation Safety Agency.
3. Advisory Circular AC 107-03. Unmanned Aircraft Systems Carrying Dangerous Goods. – General Authority of Civil Aviation.
4. Safie S. UAV Standards and Regulatory Framework. Aviation Safety Research Materials.
5. Guerin J., Delmas K., Guiochet J. Certifying Emergency Landing for Safe Urban UAV Operations.

УДК 656.7:658.7

Д. В. Темірханов, здобувач вищої освіти[1];
Ю. Л. Р удь, к.е.н., доцент кафедри менеджменту[1]
[1]Класичний приватний університет
E-mail:atlanta1680@gmail.com

Стратегічне управління транспортною інфраструктурою

У сучасних умовах розвитку транспортних систем транспортна інфраструктура виступає базовим елементом забезпечення ефективного функціонування як пасажирських, так і вантажних перевезень. У межах стратегічного менеджменту вона розглядається як складна багаторівнева система, що включає інженерні споруди, транспортні вузли, логістичні центри, складські комплекси та інформаційні платформи, які забезпечують безперервність і узгодженість транспортних процесів. Ефективне стратегічне управління транспортною інфраструктурою передбачає формування довгострокових напрямів її розвитку з урахуванням динаміки ринку транспортних послуг і впливу зовнішніх факторів [1].

Зростання обсягів перевезень, ускладнення логістичних ланцюгів та підвищення вимог до швидкості і надійності доставки обумовлюють необхідність застосування комплексного підходу до розвитку транспортної інфраструктури. У цьому контексті стратегічні рішення спрямовуються на модернізацію існуючих об’єктів, впровадження інноваційних технологій та підвищення ефективності використання ресурсного потенціалу. Важливим аспектом є оптимізація пропускної здатності транспортних вузлів, зниження експлуатаційних витрат та забезпечення адаптивності інфраструктури до змін попиту [2].

Одним із ключових напрямів стратегічного управління є інтеграція різних видів транспорту в єдину транспортну систему. Такий підхід сприяє розвитку мультимодальних перевезень, підвищенню ефективності логістичних процесів і забезпеченню безперервності руху матеріальних потоків. Формування транспортно-логістичних хабів дозволяє концентрувати потоки вантажів і пасажирів, оптимізувати маршрути їх переміщення та скорочувати час обробки, що позитивно впливає на конкурентоспроможність транспортної системи загалом [3].

Важливою складовою сучасного стратегічного управління є цифровізація транспортної інфраструктури. Використання інформаційно-комунікаційних технологій, автоматизованих систем управління транспортними потоками та аналітичних платформ забезпечує підвищення ефективності управлінських рішень, прозорість процесів та зниження рівня ризиків. Впровадження інтелектуальних транспортних систем сприяє оперативному реагуванню на зміни умов функціонування та покращенню якості транспортного обслуговування [1].

В умовах глобалізаційних процесів та нестабільності зовнішнього середовища стратегічне управління транспортною інфраструктурою має ґрунтуватися на принципах гнучкості, стійкості та інноваційного розвитку. Це дозволяє забезпечити безперервність функціонування транспортних систем, підвищити рівень задоволення потреб споживачів і створити передумови для довгострокового економічного зростання. Таким чином, стратегічний підхід до управління транспортною інфраструктурою є важливою умовою її ефективного розвитку та інтеграції у сучасні логістичні системи [2].

Список використаних джерел

1. Крикавський Є. В. Логістика та управління ланцюгами поставок: підручник. Львів : Львівська політехніка, 2021. 520 с.

2. Портер М. Конкурентна стратегія: методика аналізу галузей і діяльності конкурентів. Київ: Основи, 2018. 390 с.

3. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. New York: Routledge, 2020. 456 p.

УДК 656.01 : 004.4(083.94)
В. І. Чирва, студент[1]; Т. В. Грабовчак, викладач вищої категорії, методист[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: v.chyrva@kre.dp.ua

Досвід проектування об'єктів наземної інфраструктури в Blender

Ідеєю роботи – Розумне місто зі сучасним транспортним вузлом «Транзит-1» (рис.1), є створення моделі наземної інфраструктури з об’єктами навколо інтелектуальної розв'язки, що на сьогодні є важливим елементом безпеки та оптимізації трафіку в містах.

Мета створення роботи – впровадження новітніх технологій в наземну інфраструктуру найближчого майбутнього, щоб зменшити затори та покращити екологічну ситуацію. Моделювання сучасних транспортних терміналів дозволить отримати нові знання про логістичні процеси та обрати надійні способи управління рухом. Також ці складні інфраструктурні об'єкти можуть надати і користь у вигляді швидких зарядних станцій для електромобілів. У майбутньому їх можливо використовувати як базові хаби для створення нових транспортних коридорів. Є впевненість, що сучасні технології диспетчеризації в майбутньому допоможуть, якісно і безпечно для суспільства, досліджувати пасажиропотоки, структуру вантажоперевезень та передавати дані в єдину мережу до подальшого опрацювання.

Рис. 1-Загальний вигляд «Транзит-1»

Рис. 2- Shading дорожнього покриття

Рис. 3- Створення міського фону

Проектування об'єктів наземної інфраструктури на транспорті в Blender може бути захоплюючим творчим процесом та корисним завданням. Перш ніж починати моделювання потрібно знайти відомості про всі елементи інфраструктури. Наприклад, зупинки, термінали, зарядні станції: їх розміри, форму, пропускну здатність та інші технічні характеристики. Процес створення даної роботи включає об'ємну картину транспортного вузла та прилеглих технологічних будівель. Умовно його можна поділити на сім етапів:

1. Створення дорожнього полотна та розв'язок. Застосовано модифікатори масиву та кривих для рівних напрямних. Потім накладено текстури асфальту та розмітки в розділі «Shading», щоб надати їм більш реалістичного вигляду (рис.2). Для цього використано кілька зображень, таких як основна текстура, відображення світла для вологого покриття та PBR-матеріали бетону.

2. Створення міського фону навколо вузла. Використано HDRI-карту міського середовища та налаштування глибини різкості для камери (рис.3).

3. Розроблено бази для головного пасажирського терміналу та сонячних панелей на його даху. Знайдено відповідну текстуру скла та металу в інтернеті та застосовано її до конструкцій. Після опрацювання багатьох уроків з Blender на YouTube, зроблено освітлення станції більш теплим і привабливим, щоб передати атмосферу комфорту. Світло у різних частинах терміналу візуально розділяє зони посадки та очікування.

4. Створення навколишнього середовища. Щоб надати сцені більшої жвавості додано дрібні деталі: розумні світлофори, інформаційні табло та зупинкові павільйони. Врахувавши, що сучасна інфраструктура не існує без екології, також додано різноманітні зелені насадження, дерева та газони.

5. Створення базової форми транспортних засобів (рис.4). Використано примітиви, такі як куби та циліндри, щоб створити основну форму електробусів та автономних шатлів. За допомогою інструментів редагування мешів (полігонів) можливо легко моделювати та формувати ці транспортні засоби. Також слід звернути увагу на матеріали автомобільної фарби та скла.

6. Створення деталей інфраструктури (рис.5). Додано деталі, які роблять транспортний вузол реалістичним. Це можуть бути камери відеонагляду, сенсори руху, термінали оплати та інше. Використано комбінацію примітивів та редагування мешів для створення цих дрібних, але важливих елементів транспортних технологій.

Фінальні дотримання. Переглянута створена модель, перевірено, що всі логістичні зони та габарити відповідають вимогам роботи. Зроблено необхідні корекції освітлення та додано останні штрихи.

Рис. 4- Геометрія транспортних засобів

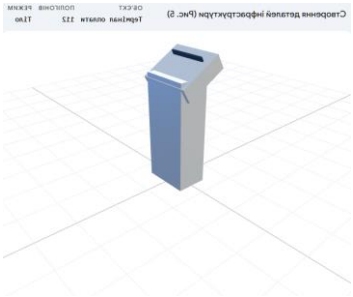


Рис. 5- Створення деталей інфраструктури

Висновки

Проектування наземної інфраструктури на транспорті є креативним процесом, що дає можливість розкрити творчість та відобразити інноваційні ідеї через власні модельні рішення. Blender надає широкі можливості для архітектурного моделювання та створення складних урбаністичних форм, що дає волю для реалізації будь-яких концепцій сучасних транспортних технологій. Процес створення моделі розумного транспортного вузла допомагає розвивати технічні навички 3D-моделювання простору та використання програмного забезпечення. Це включає роботу з масштабом,

інфраструктурними об'єктами, текстурами та іншими інструментами, які дозволяють створювати функціональні 3D-макети міського середовища.

Список використаних джерел

1.Blender Online Manual. (2024). Blender Foundation. Офіційна документація. Вилучено з: https://docs.blender.org/manual/en/latest/

2.ДБН В.2.3-5:2018. (2018). Вулиці та дороги населених пунктів. Київ: Мінрегіон України. (Нормативна база для проектування міської інфраструктури).

3.Демченко, О. М. (2020). Інноваційні технології в організації дорожнього руху та моделюванні транспортних вузлів. Харків: ХНАДУ.

4.Відеоуроки Blender 3D. (2023). Офіційний YouTube-канал Blender. Вилучено з: https://www.youtube.com/user/BlenderFoundation

10
Економіка та комерціалізація транспортної галузі

УДК 338.246.88
Т. І. Паустовська, викладач, кандидат економічних наук, доцент[1]
[1]Криворізький фаховий коледж державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: tamara.paustovska@krfk.kai.edu.ua

Економіко-теоретичні підходи щодо розвитку транспортної галузі

Транспортна галузь завжди була, є і буде важливою складовою комплексу інфраструктурних галузей і необхідним матеріальним чинником забезпечення суспільного виробництва. Важливість і актуальність розвитку транспортної галузі обумовлюється також його особливим значенням щодо забезпечення безпеки будь-якої країни, а також України, особливо в сучасних умовах. Тобто опосередковано транспорт впливає на усі складові національної безпеки – зовнішньоекономічну, внутрішньополітичну, економічну, продовольчу, екологічну, антитерористичну, інформаційну, науково-технічну та інші. Якщо ж розуміти національну безпеку в більш широкому сенсі, то у сучасному світі вона набуває глобального значення, адже на планеті щорічно неприродною смертю закінчується життя мільйонів людей, причому транспортний чинник в цих втратах займає далеко не останнє місце. Адже дорожньо-транспортні пригоди завдають величезного збитку майну, здоров'ю і життю людей. Транспортна галузь в суспільстві виконує важливі функції: соціально-політичну, економічну, культурну та ін.

В сучасних умовах загроз та викликів особливого значення набуває формування та реалізація дієвої та результативної державної політики розвитку транспортної галузі України, в тому числі шляхом удосконалення діючого нормативно-правового забезпечення, його адаптації до існуючих передових світових практик, і, особливо, до європейського законодавства в межах процесу європейської інтеграції України.

Загальновідомо, що транспортна галузь та дорожня інфраструктура значно впливають на рівень розвитку економіки та суспільства в цілому, про що яскраво свідчить досвід розвинутих країн. Слід зазначити, що створення національних транспортних моделей у Європі почалося ще з середини 1980-х рр [1].

Характерною рисою національних транспортних моделей є те, що актуалізація даних разом із удосконаленням розрахункових алгоритмів відбуваються постійно. Тобто національна транспортна модель – це операційний варіант національної транспортної політики. Однак, позитивні зміни у світовому транспорті на початку XXI ст. супроводжуються низкою негативних наслідків, масштаби та значущість яких дають підстави оцінювати їх як стратегічні виклики національного, регіонального і навіть континентального масштабу. До них належать: неприйнятний рівень людських втрат; зростання споживання невідновлюваних джерел енергії та

негативного впливу на навколишнє середовище; постійно зростаючі затримки пасажирів та вантажів на усіх видах транспорту, пов'язані як із об'єктивним недоліком потужностей транспортної інфраструктури, так і з низьким рівнем логістичного управління транспортними потоками. Світовою транспортною спільнотою рішення знайдено у створенні транспортних систем, в яких засоби зв'язку, управління та контролю спочатку вбудовані в транспортні засоби та об'єкти інфраструктури, а можливості керування (прийняття рішень) на основі інформації, що отримується в реальному часі, доступні не тільки транспортним операторам, а й всім користувачам транспорту. За останні роки словосполучення «інтелектуальні транспортні системи» та відповідна абревіатура – «ІТС» стали невід'ємною частиною стратегічних та програмно-цільових документів розвинених країн [2].

Державна політика розвитку транспортної галузі України в сучасних умовах вимагає урахування процесу інтернаціоналізації економік, залучення нашої країни у всесвітній розподіл праці, адже Україна є невід'ємною частиною світової економіки, яка зазнає істотні зміни, пов'язані, в першу чергу, з процесом глобалізації.

На жаль, в сучасних умовах в Україні спостерігається кризовий рівень розвитку транспортної галузі, а однією з головних причин зазначеного стану справ є воєнний стан в країні, системне недофінансування, недостатнє технічне обслуговування інфраструктури та транспорту, технічна відсталість галузі, що загрожує не тільки виконанню нею відповідних соціально-економічних функцій, але і національній безпеці України. Тобто, в сучасних умовах значно знизився загальний рівень соціально- економічного розвитку країни, що пов’язано з російською військовою агресією та глобальною пандемією.

Однак, враховуючи вищезазначені причини чимало питань стосовно визначення напрямків формування та реалізації державної політики розвитку транспортної галузі для вирішення завдань з підвищення її конкурентоспроможності вимагають додаткового дослідження. Адже існує багато проблем та перешкод, що стримують активний розвиток транспортної галузі і вимагають від держави формування та реалізації відповідної політики її сталого розвитку в умовах існуючих викликів сьогодення. Адже, опираючись на дані досліджень англійського інституту «Рендел», Україна посідає перше місце серед європейських країн за коефіцієнтом транзитності [3]. Враховуючи той факт, що транспортна галузь України представлена різними видами транспорту: залізничним, автомобільним, морським, авіаційним, кожен з яких має стратегічне значення, визначимо проблеми та з’ясуємо існуючі протиріччя функціонування та розвитку кожного виду транспорту.

Проте, проблеми в реалізації, одного з багатьох важливих питань, транзитного потенціалу, ще до початку російської військової агресії, а тим більше після повномасштабного вторгнення, не дозволили Україні стати

вигідним та зручним виробничим майданчиком, який скоротив би час і вартість логістики до основних ринків збуту. У результаті це обмежує можливості залучення інвестицій та створення робочих місць в тому числі, в транспортній галузі.

Отже, щоб забезпечити сталий конкурентний розвиток транспортної галузі України, перш за все необхідно покращити бізнес-клімат в країні, створити привабливе інвестиційно привабливе середовище, а також відновити довіру до державної влади, як інституту, який є відповідальним за соціально-економічний розвиток країни та транспортної галузі.

Таким чином, в сучасних умовах державна політика розвитку транспортної галузі України хоча в цілому і забезпечує виконання покладених на неї функцій та завдань, але не є достатньо ефективної та результативною. Тому, з настанням мирного життя, потребують невідкладного комплексного удосконалення механізмів формування та реалізації державної політики розвитку транспортної галузі в напрямку формування належних нормативно-правових, фінансово-економічних, організаційно-адміністративних, техніко-технологічних, еколого-безпекових засад розвитку зазначеної сфери з урахуванням існуючого закордонного досвіду, що сприятиме підвищенню рівня національної безпеки та сталому розвитку України.

Список використаних джерел

1. Крихтіна Ю. О. Державна політика розвитку транспортної галузі України: теорія, методологія, практика : монографія. Харків : «Діса плюс», 2022. 336 с.

2. Транспортні моделі – минуле, теперішнє та майбутнє транспортного планування. URL : https://vk.com/@ptv_vision- nacionalnaya-transportnaya-model-kraeugolnyi-kamen-sistemy-g.

3. Черніхова О. С. Проблеми та перспективи розвитку транспортної галузі України. URL: https://naukam.triada.in.ua/index.php/konferentsiji/50-dvadtsyata-vseukrajinska-praktichno-piznavalna-internet-konferentsiya/461-problemi-ta-perspektivi-rozvitku-transportnoji-galuzi-ukrajini.

УДК 338.2
Н. В. Смирнова, кандидат економічних наук, викладач-методист[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»;
E-mail: nani_smyrnova@ukr.net

Податки як інструмент фінансового механізму

Податки існують у людському суспільстві стільки ж, скільки існують гроші у всіх їх формах. Так, якщо першими грошима були товари, відповідно, податкові збори існували у вигляді частини отримуваного особистісного майнового доходу. На ранніх етапах розвитку людської цивілізації податки, як у натуральному, так і грошовому вигляді використовувалися переважно для збагачення правлячої частини населення і були обов'язковими для сплати не для всіх прошарків суспільства.

Починаючи з раннього Середньовіччя до вище зазначеного напряму використання податкових платежів додається ще створення спільних фондів взаємодопомоги або ж бюджетів місцевих громад (міст, селищ). Частка податкових відрахувань до них складала 1/10 доходу тогочасного суб'єкту господарювання. Міста, що мали економічну і юридичну незалежність від місцевих феодалів, створювали власні бюджети, а ті, що не мали, – відраховували їм кошти. Власні бюджети використовувалися для благоустрою територій і розвитку інфраструктури міст [2].

На даний час податки є обов'язковими платежами, головним інструментом фінансового механізму, за рахунок якого відбувається перерозподіл фінансових ресурсів між галузями економіки. Без вилучення частини доходів через податкові платежі в економічній системі збільшуватиметься кількість грошей, що при відносно стабільній кількості товарів (робіт, послуг) викличе інфляційні процеси[3].

Наочно це ілюструє формула Фішера:

$$\mathbf{M*V = P*Q,} \qquad (1)$$

Примітка: M – грошова маса; V – швидкість обігу грошей; P – ціна; Q – товарна маса.

Дана залежність відображає співвідношення між кількістю грошей у обігу і сумарною вартістю товарів (робіт, послуг) в економіці країни. При зміні хоча б одного компоненту з чотирьох змінюється загальна рівновага рівняння. Так, економічно необгрунтоване зростання цін спричинить дефіцит грошових коштів з їх послідуючою емісією Центральним банком. Натомість, підвищення соціальних стандартів сприятиме поступовому зростанню цін з метою збільшення доходів працівників приватного сектору **(M = P)** [1].

Так само, якщо певна частина населення робитиме заощадження, вилучаючи частину грошової маси, швидкість обігу грошей **(V)** збільшиться, через що для покриття грошового дефіциту Центральний банк проводитиме їх додаткову емісію **(M)**, що є інструментом монетарної політики. В

протилежному випадку швидке використання заощаджень стрімко збільшить грошову масу **(M)**, що, відповідно, викличе зростання цін **(P)**. Саме в такому випадку є доречним використання фіскальних засобів регулювання економіки – збільшення податкових відрахувань.

Відповідно, враховуючи вище зазначені залежності, податки є дієвим економічним інструментом для регулювання інфляційних процесів. Але його використання слід проводити паралельно із державним регулюванням цін на товари (роботи, послуги), врівноважуючи тим самим ліву і праву частину рівняння.

Список використаних джерел

1. Ганусик Ю.Б. Закономірності розвитку інфляції в Україні в умовах циклічності. *Глобальні та національні проблеми економіки.* 2015. №5. С. 818-825.

2. Томнюк Т.Л. Фіскальне регулювання у провідних економічних теоріях XX–XXI ст. *Проблеми економіки.* 2018. №2(36). С. 344-349.

3. Черничко Т.В., Черничко С.Ф. Державна політика щодо регулювання інфляції: досвід для України. *Економіка і суспільство.* 2017. №2. С. 656-689.

УДК 331.1
Н. В. Смирнова, кандидат економічних наук, викладач-методист[1];
Є. П. Стрілець, здобувачка освіти
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: nani_smyrnova@ukr.net

Міжособистісні комунікації у професійній діяльності менеджера: ціннісний аспект

Спілкування є тим процесом, що робить людину людиною, оскільки діапазон предметів спілкування у людському суспільстві набагато ширший за аналогічний показник у тваринному світі. Відомі п'ять рівнів людських потреб, два нижчі з яких наявні і у тварин, а решта притаманні людям, оскільки характеризують діяльність вищої нервової системи, яка відповідає за пам'ять, мислення, емоції, емпатію, самоусвідомлення. Окремі елементи з перерахованого частково розвинуті і у вищих тварин, але на рівні, достатньому для організації їх цілеспрямованої діяльності [3].

Спілкування на рівні homo sapiens представлене у вербальному і невербальному проявах, які існують як окремо, замінюючи один одного, так і разом, взаємодоповнюючись.

Для професійної діяльності менеджера має значення як вербальна, так і невербальна складова. Звісно, що більша частина спілкування менеджера відбувається у вербальному вимірі у вигляді пояснення, звичайних розмов і безпосереднього спілкування при здійснення всіх функцій менеджменту. В даному випадку значення має як сама інформація, що є предметом спілкування, так і постановка мови, гучність голосу, інтонація [2]. Невербальні засоби спілкування в даному випадку допомагають довершити діловий образ менеджера, доповнюючи вербальну інформацію. Ними, зокрема, є стиль одягу, особиста охайність і порядок на робочому місці, наявність (відсутність) аксесуарів [1]. Дані засоби комунікації створюють довготривалий ефект, що відносно надовго закріплюється в уяві і свідомості колективу, а зміна хоча б одного з його елементів сприймається як певна зміна настрою менеджера або ж підготовка до зміни його соціального статусу.

Відповідно, можна стверджувати, що у професійній діяльності менеджера має значення як вербальна, так і невербальна складова, якій теж слід приділяти чималу увагу. Краще ж ознайомитися з типовими проявами людських емоційних станів під час спілкування і навчитися керувати ними, уникаючи деяких з них. Ними, зокрема, є жести, що символізують втому, стурбованість, занепокоєння чи відразу, вміння керувати якими є складовою успішної професійної діяльності сучасного менеджера.

Список використаних джерел

6. Гаврюшенко В. Теоретичні основи дослідження міжособистісної взаємодії в психології. *Вісник Львівського університету. Серія психологічні науки.* 2021. Випуск 11. С. 37-47.

7. Кривенко В.В. Комунікація: поняття, сутність, зміст. *Науковий вісник Ужгородського Національного Університету. Серія право.* 2024. Випуск 84: частина 1. С. 74-77.

8. Павленко Т.В. Основні психологічні підходи визначення поняття «комунікація». *Актуальні проблеми психології: Збірник наукових праць Інституту психології імені Г.С. Костюка. Том. IX, Загальна психологія. Етнічна психологія. Історична психологія.* 2016. Вип. 9. С. 368–376.

УДК 658.012.2:658.8
А. Ю. Шахно, докт. екон. наук, професор[1]; Г. А. Лашкун, асистент[1];
С. К. Крютченко Станіслав, здобувач освіти
[1]Криворізький національний університет
E-mail: shakhno@knu.edu.ua; lashkun@knu.edu.ua;
cneg.kot@gmail.com

Формування бізнес-моделі підприємства в умовах конкуренції

У сучасних умовах розвитку ринкової економіки та посилення конкурентної боротьби особливого значення набуває ефективне формування бізнес-моделі підприємства. Високий рівень конкуренції, швидкі технологічні зміни, глобалізаційні процеси та зростаючі вимоги споживачів зумовлюють необхідність пошуку нових підходів до організації бізнесу та створення стійких конкурентних переваг.

Бізнес-модель підприємства виступає ключовим інструментом стратегічного управління. Саме від якості побудови бізнес-моделі залежить здатність підприємства ефективно функціонувати, адаптуватися до змін зовнішнього середовища та забезпечувати довгостроковий розвиток. Метою формування бізнес-моделі є створення простого і зрозумілого опису діяльності підприємства. Це дозволяє наочно побачити основні елементи бізнесу та зв'язки між ними. У результаті спрощується аналіз діяльності компанії та прийняття управлінських рішень.

Бізнес-модель підприємства — це цілісна система взаємопов'язаних елементів, яка відображає логіку створення, надання та отримання цінності підприємством, а також визначає спосіб організації його діяльності з метою отримання прибутку. Бізнес-модель підприємства показує, як саме підприємство працює, взаємодіє зі споживачами та отримує прибуток. За допомогою бізнес-моделі можна краще зрозуміти, на кого орієнтується підприємство і як воно будує свою діяльність на ринку [1].

До основних складових бізнес-моделі підприємства належать: ціннісна пропозиція, цільові сегменти споживачів, канали збуту та комунікації, взаємовідносини з клієнтами, ключові ресурси та види діяльності, ключові партнери, структура витрат, джерела доходів.

Сучасні підприємства стикаються з викликами цифровізації, інноваційного розвитку, змін у регуляторній політиці та глобальних економічних потрясінь, що потребує постійного перегляду та вдосконалення існуючих бізнес-моделей.

Існує велика кількість бізнес-моделей, які відрізняються способом створення цінності, організацією діяльності та механізмами отримання доходу, а саме бізнес-моделі:

- класичні (традиційні) - виробнича, торговельна, сервісна;

- посередницькі - комісійна (агентська), брокерська, маркетплейс (платформна);
- цифрові;
- інноваційні;
- інтеграційні – вертикально та горизонтально інтегровані;
- партнерські – франчайзингова, аутсорсингова та краудсорсингова;
- рекламні та медійні моделі.

У більшості випадків бізнес-модель пов'язують із процесом створення цінності для клієнта. Підприємство визначає свою цільову аудиторію, формує для неї певну пропозицію та організовує роботу таким чином, щоб задовольнити потреби споживачів. Саме через це бізнес-модель часто розглядається як інструмент взаємодії з клієнтами.

Бізнес-модель відображає не тільки роботу з клієнтами, а й внутрішню організацію підприємства. Вона включає ресурси, партнерів і основні процеси, які забезпечують функціонування компанії. Крім того, важливим є співвідношення витрат і доходів, оскільки саме це визначає ефективність діяльності.

З іншого боку, бізнес-модель можна розглядати як структуру бізнес-процесів, які пов'язані між собою. У цьому випадку вона показує, як саме організована діяльність підприємства всередині та як відбувається створення продукту або послуги [2].

Отже, бізнес-модель дозволяє отримати загальне уявлення про підприємство, оцінити його можливості та визначити перспективи розвитку. Вона є своєрідною схемою, яка допомагає краще зрозуміти, як працює бізнес.

Побудова бізнес-моделі зазвичай відбувається поетапно. Спочатку визначаються елементи, пов'язані з клієнтами та створенням цінності, а вже потім аналізуються ресурси і процеси, які забезпечують реалізацію цієї діяльності. Важливе значення має ціннісна пропозиція, оскільки саме вона впливає на вибір споживача. Вона може проявлятися у якості продукції, зручності, ціни або інших характеристиках.

У сучасних умовах існують різні підходи до ведення бізнесу. Один із них пов'язаний із створенням інноваційних продуктів. У цьому випадку підприємства намагаються якомога швидше вийти на ринок і запропонувати щось нове. Інший підхід орієнтований на роботу з клієнтами. Основна увага приділяється залученню споживачів та підтриманню з ними довгострокових відносин.

Ще один підхід базується на ефективній організації внутрішніх процесів. Його метою є зниження витрат і підвищення продуктивності діяльності підприємства. Кожен із цих підходів має свої особливості та використовується залежно від умов діяльності підприємства. Відповідно, і конкуренція може відбуватися по-різному: за клієнтів, за працівників або за ефективність процесів [3].

Удосконалення бізнес-моделей підприємства є важливою умовою підвищення його конкурентоспроможності, ефективності діяльності та здатності адаптуватися до змін ринкового середовища. Основними напрямами вдосконалення бізнес-моделей є: 1) інноваційний розвиток бізнес-моделі; 2) цифровізація та автоматизація процесів; 3) орієнтація на клієнта (клієнтоцентричність); 4) оптимізація структури витрат і доходів (перегляд витрат, пошук шляхів їх скорочення, підвищення ефективності використання ресурсів, а також диверсифікацію джерел доходу); 5) розвиток партнерських відносин; 6) гнучкість та адаптивність бізнес-моделі; 7) розробка механізмів розширення діяльності (франчайзинг, вихід на нові ринки, розширення асортименту); 8) орієнтація на сталий розвиток; 9) управління ризиками - їх мінімізація, що забезпечує стабільність функціонування підприємства.

Таким чином, бізнес-модель є важливим елементом діяльності підприємства, який дозволяє систематизувати його роботу та підвищити ефективність. Вона допомагає зрозуміти, як саме функціонує підприємство та яким чином воно може розвиватися в майбутньому. Сучасні підприємства часто використовують комбіновані бізнес-моделі, поєднуючи кілька підходів одночасно. Це дозволяє підвищити гнучкість, адаптивність до ринкових змін і забезпечити стійку конкурентну позицію.

Список використаних джерел

1. Багацька К.В., Кречкевич І.М. Роль бізнес-моделі у створенні вартості підприємства. *Інвестиції: практика та досвід*. 2025. № 17. С. 122-128.

2. Зибарева О., Лопащук І., Бивших І. Концептуалізація та економічний зміст поняття «бізнес-модель» . *Економіка та суспільство*. 2025. №74. URL : https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/6008/5945

3. Шахно А.Ю. Стан та проблеми розвитку бізнесу в умовах інноваційної діяльності. *Вісник Криворізького національного університету*. 2023. Вип. 56. С. 143-152.

14
Інформаційні технології та математичне моделювання на транспорті

УДК 512.64 + 514.12

Andrii Akhmerov[1], Oleksandr Akhmerov[2]
[1]Symon Freser University, Vancouver, BC V6A 0CI, Canada
[2]Odessa National University named after I. I. Mechnikov,
E-mail: oleksandr.akhmerov9@onu.edu.ua

Computational Efficiency of Solving Sparse Tridiagonal Systems: LU Factorization vs. Inverse Methods

Computing Assignment

We were interested in the time complexity of two algorithms: regular "textbook" [1] matrix A inverse method ($x = A^{-1}b$) and LU-factorization ($A = LU$), used in computer science. For each n, the linear system $A_nx = b_i$, where A_n is sparse tridiagonal matrix, was solved for $0 \le i \le p = 100$ different random right-hand side vectors using the above two methods [2]. The methodology excludes computing the A^{-1} and LU factors.

Part B. Inverse method. The explicit inverse method solves the linear system using the matrix to vector multiplication. As shown in the Figure 1, the computing time (blue line) increases rapidly and non-linearly, and is further confirmed by Figure 2's reference slope(grey dashed line) of $O(n^2)$. This happens because the inverse of a sparse matrix becomes dense, requiring more operations. The inverse method time complexity line closely follows our reference slope.

Part C. LU Factorization. The LU method solves the linear system using back-substitution [3]. In the linear plot (Figure 1), the LU method (red line) appears flat, almost nearing the x-axis, thus demonstrating how more efficient it is compared to the "textbook", A inverse way. This happens because LU factors preserve the sparse structure. The theoretical complexity is confirmed by Figure 2 where the LU line follows the reference slope (pink dashed line) of $O(n)$.

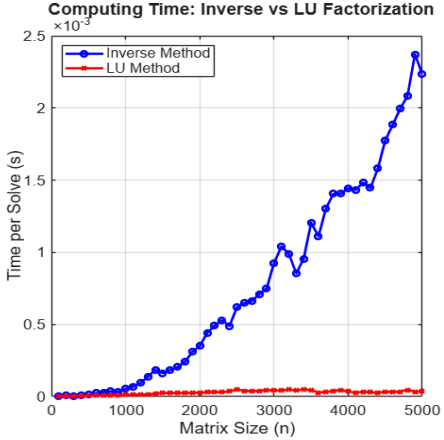


Figure 1

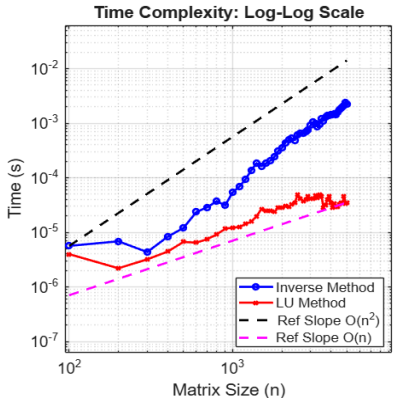


Figure 2

References

[1]. Golub, G. H., & Van Loan, C. F. (2013). ***Matrix Computations*** (4th ed.). Johns Hopkins University Press.

[2]. Trefethen, L. N., & Bau III, D. (1997). ***Numerical Linear Algebra***. SIAM.

[3]. Alexander Akhmerov, Alexander Tyurin "Fundamental Higher Mathematics Linear Algebra and Analytical Geometry PI" Publisher: LAP LAMBERT Academic Publishing 2019. 264 pages.

УДК 512.64+514.12

А. О. Ахмеров, здобувач освіти[1];
О. В. Тюрин, професор кафедри обліку і фінансів,
доктор фіз.-мат.наук, професор[1]
[1]Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
E-mail: andrey.akhmerov9@gmail.com

Інформаційні системи для підтримки ухвалення управлінських рішень OLAP

У галузі створення інформаційних систем завжди існувало два взаємодоповнюючі один одного напрями розвитку:

• системи, орієнтовані на оперативну (транзакційну чи операційну) обробку даних;

• системи, орієнтовані на аналіз даних, – системи підтримки прийняття рішень [1].

Системи яки призначаються для автоматизації оперативної діяльності підприємств називаються системами ***On-Line Transaction Processing* (OLTP-*системи*)**. Їхнє основне завдання – забезпечити реєстрацію деяких фактів, їхнє нетривале зберігання з подальшим розміщенням в архівах.

Здійснити повноцінну підтримку прийняття рішень безпосередньо на основі даних OLTP-систем, що автоматизують збирання та первинну обробку даних про діяльність підприємства, неможливо. Для цього слід використовувати так звані квазіінтелектуальні **OLAP-*системи* (*On-Line Analytical Processing*)**, що забезпечують аналітичне перетворення «руди» – інформації з OLTP-систем – на готовий «виріб», який керівництво та аналітики можуть використовувати для вироблення управлінських рішень [2].

Суть роботи OLAP-системи полягає у наданні користувачеві багатовимірної таблиці, що автоматично підсумовує дані в різних розрізах і дозволяє інтерактивне управляти обчисленнями та формою звіту, що дозволяє використовувати в повному обсязі наявну в ній *інформацію для підтримки прийняття рішень – управлінську інформацію*.

Для отримання необхідної управлінської інформації в структурі OLAP-системи створюють сховища даних (Data warehouses), заповнюючи їх інформацією за підсумками збору, відсіювання та попередньої обробки даних з подальшим наданням результуючої інформації користувачам для статистичного аналізу, а нерідко й для створення аналітичних звітів.

Ральф Кімбол, один із авторів концепції сховищ даних, сформулював основні вимоги до сховищ даних:

– підтримка високої швидкості отримання даних зі сховища;
– підтримка внутрішньої несуперечності даних;
– можливість отримання та порівняння так званих зрізів даних;
– наявність зручних утиліт перегляду даних у сховищі;

– повнота і достовірність даних, що зберігаються;

– підтримка якісного процесу поповнення даних.

Задовольняти всім переліченим вимогам у межах того самого продукту часто не вдається. Тому для реалізації сховищ даних зазвичай використовується кілька продуктів, одні з яких являють собою власне *засоби зберігання даних* (наприклад, реляційні сховища даних), інші *засоби їх вилучення та перегляду* (OLAP-сервер), треті *засоби їх поповнення* і т.д. Все це загалом прийнято називати **OLAP-*системою*** (див. рис. 1).

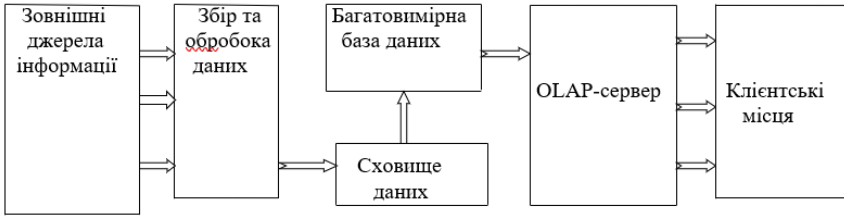


Рис. 1. Структурна схема OLAP-системи

Типове реляційне сховище даних (СД) зазвичай відрізняється від звичайної реляційної бази даних (БД).

• *По-перше*, звичайні БД призначені для того, щоб допомогти користувачам виконувати повсякденну роботу, тоді як СД призначені для прийняття рішень. Наприклад, продаж товару та виписка рахунки здійснюються з використанням БД, призначеної для обробки транзакцій, а аналіз динаміки продажів за кілька років, що дозволяє спланувати роботу з постачальниками – за допомогою СД.

• *По-друге*, звичайні БД схильні до постійних змін у процесі роботи користувачів, а СД відносно стабільно: дані в ньому зазвичай оновлюються згідно з розкладом (наприклад, щотижня, щомісяця або щокварталу – залежно від потреб).

• І, *по-третє*, звичайні БД найчастіше є джерелом даних, що потрапляють у сховищі. Крім того, СД може поповнюватися за рахунок зовнішніх джерел, наприклад статистичних звітів, магнітних та паперових носіїв інформації.

Ядром* OLAP-*системи є багатовимірна база даних (ББД), що надає можливість реалізації механізму складання звітів на основі OLAP-технологій. Система побудована за принципом триланкової архітектури «клієнт-сервер» і забезпечує віддалений та розрахований на багато користувачів доступ до сервера ББД. При цьому функції сервера програм виконує OLAP-сервер, а функції сервера баз даних – ББД.

Джерелом даних для OLAP-системи є *зовнішні джерела даних* – таблиці оперативних БД, уявлення, процедури, що зберігаються і т.п. Потім слідує операція *вибірка*, в якій налаштовуються алгоритм об'єднання таблиць,

умови фільтрації та набір полів, що передаються відповідно до сучасних поглядів у спеціальну базу даних – сховище даних.

Сховище даних акумулює інформацію, що надходить із зовнішніх джерел. Залежно від завдання СД може бути реалізоване як на основі багатовимірної бази, так і на основі реляційної.

Якщо СД реалізується на основі реляційної бази, то між нею та OLAP-системою все одно повинен розташовуватися спеціалізований сервер багатовимірних баз даних. У цьому випадку СД є постачальником інформації для багатовимірної БД, структура якої дозволяє маніпулювати даними відповідно до бажань користувача.

СД найчастіше представляє собою реляційну базу даних, організовану за схемою «зірка». Основна таблиця СД (*таблиця фактів*) у разі містить числові значення показників, якими робляться запити. З таблицею фактів пов'язані інші таблиці (*таблиці вимірів*) відповідно до топології «зірка».

Загалом створення сховища даних із незалежних джерел даних – багатоетапний процес, який передбачає *вилучення даних* із кожного джерела, перетворення їх відповідно до схеми СД, *очищення*, а потім *завантаження* у сховище.

Сьогодні OLAP-системи є частиною більш загального поняття «Business Intelligence – BI» та «Штучний інтелект».

Штучний інтелект, це новий напрямок програмного забезпечення в корпоративних інформаційних системах з прийняття та реалізації управлінських рішень [3]. Він використовує алгоритми, штучні нейронні мережі, машинне навчання та великі обсяги даних для вирішення складних завдань, аналізу закономірностей, автономного виконання дій та прийняття рішень.

Штучний інтелект трансформує корпоративні системи з пасивних інструментів збору даних у *активних учасників* стратегічного управління.

Ключові переваги впровадження ШІ в управлінські цикли:

- **Прогностична аналітика:** Можливість передбачати ринкові тренди та ризики на основі історичних даних.
- **Автоматизація рутини:** Звільнення менеджменту від операційних завдань для фокусування на стратегії.
- **Об'єктивність:** Мінімізація «людського фактору» та когнітивних упереджень при аналізі складних масивів інформації.
- **Швидкість:** Прийняття рішень у режимі реального часу, що критично для сучасного бізнес-середовища.

Список використаних джерел

1. Інформаційні системи для управлінського обліку: підручник [Електронний ресурс] / О. Г. Жданова, В. Д. Попенко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 310 с.

2. В чём разница между OLTP и OLAP? Режим доступу:

https://www.youtube.com/watch?v=GpqZWJMxxTs
3. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: як це працює? Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=h_sYF5HNwAM
https://www.youtube.com/watch?v=qp5mcsh1lao

UDC 004.8:621.39

Denys Bakhtiiarov[1], Bohdan Kotyk[1], Andrii Leleko[1]
[1]State University "Kyiv Aviation Institute"
E-mail: denys.bakhtiiarov@npp.kai.edu.ua, 3351920@stud.kai.edu.ua, 8651481@stud.kai.edu.ua

Methodology of intelligent data processing in telecommunication systems

Introduction. The transformation of modern telecommunication networks, driven by the advancement of 5G and next-generation standards, has led to a significant increase in their complexity, dynamism, and heterogeneity. Ensuring a high Quality of Experience (QoE) for services such as industrial automation, remote control, and virtual reality requires precision resource management in real-time. The implementation of artificial intelligence (AI) methods is becoming a key factor for achieving intelligent network automation, capable of replacing traditional reactive approaches and static heuristics [1]. This work explores a methodology for data processing in telecommunication systems based on AI, encompassing predictive performance analysis and adaptive management of network functions.

Problem Statement. A primary challenge in implementing intelligent management is that key performance indicators (KPIs), such as packet latency or actual throughput on the user side, are often not directly observable from the base station's perspective. Furthermore, the practical deployment of machine learning (ML) models faces several critical hurdles [2, 3]: an acute scarcity of labeled training data, high hardware heterogeneity, and domain shift phenomena caused by the introduction of new user equipment (UE) types or evolving environmental conditions. Consequently, there is an urgent need to develop methods that allow for accurate predictions under data-scarce conditions and ensure model stability throughout their life cycle.

Literature Review and Research Results. In the course of developing the methodology, several approaches to addressing these challenges were investigated [3, 4]:

Prediction of Critical Latency Metrics. Supervised ML methods were applied to predict round-trip time (RTT) and one-way delay (OWD). Utilizing deep neural networks (MLP) and ensemble models (GBDT) on data from commercial 5G mmWave networks yielded prediction accuracy exceeding 85%. Monitoring optimization through feature selection enabled a reduction in input parameters from 120 to 10 with a performance loss of less than 1%.

Intelligent Support for Multi-access Edge Computing (MEC). To optimize video streaming (DASH), a framework was developed to predict video segment bitrates. This allows MEC servers to proactively cache content, resulting in a 61% reduction in backhaul bandwidth utilization and a 90% prediction accuracy.

Domain Adaptation and Generalization. To counteract the degradation of model accuracy when new device types are introduced, adversarial domain

alignment strategies (DANN) were employed. This enabled models to maintain delay prediction performance within 1–4 percentage points of the ideal scenario without requiring new labeled data.

Leveraging Unlabeled Data. Self-supervised learning (SSL) methods were applied to exploit vast amounts of unlabeled network logs. Results indicated that SSL pretraining (e.g., using denoising autoencoders) improved the explained variance of performance metrics fourfold in scenarios with limited labeled samples.

Conclusions. The conducted research confirms the effectiveness of deep neural networks for a wide range of predictive tasks in telecommunications. It is demonstrated that domain adaptation and self-supervised learning are critical components of a modern data processing methodology, as they minimize data collection costs and ensure long-term system stability. Future development of this methodology will focus on the creation of large-scale foundation models for the telecommunications domain and the implementation of continual learning algorithms.

References:

1. Rao A. et al. Generalizable one-way delay prediction models for heterogeneous UEs in 5G networks. Proceedings of the IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS). 2024. P. 1–9.

2. Kotyk B., Bakhtiiarov D., Lavrynenko O., Chumachenko B., Antonov V., Fesenko V., Chupryn V. Neural network approach to 5G digital modulation recognition, (2025) CEUR Workshop Proceedings, 3925, pp. 82 - 92.

3. Bakhtiiarov D. I., Telnikh V. V., Kotik B. P. Methodological aspects of big data processing in telecommunications systems using artificial intelligence tools. Artificial Intelligence and Security: Proceedings of the Scientific and Practical Conference (Kyiv, 4 December 2025). Kyiv: G.E. Pukhov Institute of Mathematics and Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2025. pp. 198–199.

4. Bakhtiiarov D., Kotyk B., Lavrynenko O., Chumachenko B. and other, Neural Network Approach To 5G Digital Modulation Recognition Under A Priory Uncertainty of Parameters, CEUR Workshop Proceedings. 2025. Vol. 4024. P. 119-132.

УДК 004.9
Д. М. Бурцева, студентка 4 курсу[1]; С. В. Зеленін, канд. фіз-.мат. наук, доцент[1]
[1]ВСП «Фаховий коледж ОНУ імені І. І. Мечникова»
E-mail: daria.togan@stud.onu.edu.ua; s.zelenin@onu.edu.ua

Розробка та дослідження системи автоматичного освітлення на основі сенсорних даних

Актуальність дослідження. У сучасних умовах стрімкого зростання енергоспоживання та загострення екологічних проблем розробка ефективних систем автоматичного керування освітленням набуває особливого значення як один із пріоритетних напрямків інформаційних технологій та математичного моделювання. Традиційні системи освітлення функціонують у постійному режимі незалежно від реальних потреб, що призводить до значних енергетичних втрат. За даними міжнародних досліджень, у сфері транспортної інфраструктури, авіаційних терміналів та промислових об'єктів до 40-60% електроенергії витрачається марно через відсутність динамічного регулювання залежно від рівня природного освітлення, присутності людей чи рухомих об'єктів.

Особливо актуальним це питання є для транспортної галузі, зокрема авіаційної та космічної інфраструктури, де наземне освітлення злітно-посадкових смуг, ангарів, терміналів та допоміжних приміщень повинно забезпечувати високу надійність, безпеку та мінімальне енергоспоживання. Математичне моделювання дозволяє створити оптимальні алгоритми керування, які інтегрують дані з сенсорів (рівень освітленості, рух, температура), забезпечуючи комфортний рівень освітленості при мінімальних витратах. Реалізація таких систем на доступній апаратній платформі Arduino робить їх економічно вигідними, масштабованими та придатними для впровадження в умовах обмежених ресурсів.

Дослідження спрямоване на розробку комплексної математичної моделі та експериментальну верифікацію ефективності системи автоматичного освітлення на основі сенсорних даних.

Основна частина. Для розв'язання поставленої задачі було розроблено апаратно-програмний комплекс на базі мікроконтролера Arduino Uno/Nano з розширеними можливостями. До складу системи входять: датчик освітленості LDR (фоторезистор) для вимірювання рівня люксів, датчик руху PIR для виявлення присутності, додатковий датчик температури DHT22 для корекції роботи в умовах змінних зовнішніх факторів, модуль реле або PWM-вихід для плавного керування LED-світильниками потужністю до 50 Вт.

Математична модель процесу керування побудована на комбінації порогового алгоритму, елементів пропорційно-інтегрально-диференціального (PID) регулятора та лінійної динамічної моделі. Рівень освітленості в приміщенні описується рівнянням:

$$L(t) = L_0 + k_1 \cdot (I_{\text{сенс}} - I_{\min}) + k_2 \cdot \int (I_{\text{сенс}} - I_{\text{set}})\, dt$$

Де $L(t)$ - поточний рівень освітленості, L_0 - базовий рівень, $I_{\text{сенс}}$ - показання сенсора, $I_{\min}$та I_{set} - мінімальний і заданий рівні, k_1, k_2 - коефіцієнти пропорційності та інтегральної складової.

Динаміка системи керування моделюється диференціальним рівнянням першого порядку з урахуванням затримки:

$$\frac{dL}{dt} = a(L_{\text{set}} - L) - b \cdot M + c \cdot \frac{dM}{dt}$$

де M - бінарний сигнал руху (0/1), a, b, c - налаштовані коефіцієнти, отримані методом найменших квадратів на основі експериментальних даних. Для оптимізації параметрів PID-регулятора застосовано метод Зіглера-Ніколса, що забезпечує мінімальні перехідні процеси та відсутність коливань.

Програмне забезпечення реалізовано мовою C++ в середовищі Arduino IDE. Алгоритм включає такі етапи: ініціалізацію сенсорів, періодичне читання аналогових даних (частота 10 Гц), фільтрацію за методом ковзного середнього, обробку за математичною моделлю, генерацію PWM-сигналу та логування даних на SD-карту для подальшого аналізу.

Експериментальні дослідження проводилися у віртуальному середовищі з використанням програмного інструменту Tinkercad, який дозволяє моделювати електронні схеми на базі платформи Arduino Uno. Рівень освітленості у моделі задавався за допомогою віртуального фоторезистора відповідно до типових значень освітлення та змінювався залежно від умов зовнішнього середовища у двох режимах: контрольному (ручне керування) та автоматичному. Результати показали: зменшення енергоспоживання на 53,7 % порівняно з постійним режимом; стабільність рівня освітленості в межах 320-480 люкс із відхиленням не більше 4 %; швидкість реакції системи - 0,3-0,45 с; середнє квадратичне відхилення моделі від реальних даних - 3,8 %. Графічний аналіз залежності споживаної потужності від часу та рівня природного освітлення підтверджує адекватність математичної моделі (коефіцієнт кореляції 0,97).

Порівняльний аналіз з аналогічними системами (наприклад, на базі Raspberry Pi) показав переваги запропонованого підходу в економічності та простоті реалізації без втрати точності.

Висновки. Проведене математичне моделювання та практична реалізація системи автоматичного освітлення на основі сенсорних даних повністю підтверджують її високу ефективність, економічність та практичну цінність для транспортної галузі. Отримані результати демонструють можливість значного зниження енергоспоживання (понад 50 %) без втрати комфорту та безпеки, що доводить актуальність теми для інноваційних технологій в авіаційній інфраструктурі, освітніх закладах та промисловості.

Розроблена система може бути масштабована, інтегрована в комплекси «розумного» транспорту, IoT-мережі та доповнена елементами машинного

навчання для прогнозування потреб в освітленні. Перспективи подальших досліджень включають впровадження бездротового зв'язку та адаптивне керування в реальних умовах авіаційних об'єктів. Таким чином, робота сприяє розвитку сучасних інформаційних технологій та математичного моделювання на транспорті.

Список використаних джерел

1. Соколова Н.О. Розробка програмного забезпечення IoT-систем з використанням платформи Arduino // Актуальні питання моделювання та комп'ютерної інженерії. 2020. С. 45–52.
2. Шевчук Г.М. Розробка та дослідження автоматизованої системи комплексної безпеки розумного будинку на базі мікропроцесорного контролера Arduino Uno Rev4. Тернопіль, 2024.
3. Кучеренко В.Г. Математичне моделювання систем автоматичного керування. Київ: Вища школа, 2015. 320 с.
4. Білаш І.О. Математичне моделювання та комп'ютерна реалізація систем керування // Наукові праці Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2024. № 45. С. 112–125.
5. Іванов А.П. Оптимізація енергоспоживання в транспортних системах за допомогою PID-регуляторів // Вісник Національного авіаційного університету. 2022. № 3. С. 67–78.
6. Петренко О.В. Сенсорні системи та математичне моделювання в аерокосмічній інфраструктурі. Дніпро: ДНУ, 2023. 184 с.

УДК 519.6:629.7.014
М. Є. Володченко, здобувач освіти[1]; А. Г. Бястик, викладач[1]
[1]Криворізький Фаховий Коледж
Державного некомерційного підприємства
«Державний університет: «Київський авіаційний інститут»
E-mail: volodcenkonikita6@gmail.com; alona.byastyk@krfr.kai.edu.ua

Математичне моделювання та оптимізація траєкторій безпілотних літальних апаратів в умовах невизначеності навколишнього середовища

Сучасне використання БПЛА охоплює широкий спектр завдань: моніторинг інфраструктури, доставка вантажів, пошуково-рятувальні операції, сільськогосподарські роботи, військове застосування. Однак реальне середовище завжди містить значну невизначеність: швидкість і напрямок вітру змінюються за лічені секунди, датчики дають похибки, перешкоди (птахи, інші апарати, будівлі) можуть з'являтися раптово. Класичні методи планування траєкторій, які припускають ідеальні відомі умови, часто призводять до відхилень від маршруту, перевитрати енергії або навіть аварій. Тому актуальним є перехід до математичних підходів, що враховують невизначеність як невід'ємну частину задачі. Метою статті є огляд і аналіз основних методів оптимізації траєкторій БПЛА в умовах невизначеності.

До джерел невизначеності належать атмосферні чинники(боковий вітер, турбулентність, зміни щільності повітря), неточності у визначені параметрів апарата, сенсорні похибки та динамічні перешкоди. У світовій науковій практиці розроблено низку ефективних концепцій для боротьби з цими факторами.

Стійке планування має включати прогностичну функцію майбутніх витрат. Алгоритм повинен завчасно знаходити компроміс між поточним станом апарата та можливими майбутніми відхиленнями, мінімізуючи вплив найгірших сценаріїв вітрових збурень у реальному часі. Цей метод може допомогти з деякими неточностями у параметрах самого БПЛА і з атмосферними чинниками.

Деякі вчені пропонують визначати і використовувати безпечні польотні коридори, тобто маршрути у яких всі можливі невизначеності спрогнозовані і їх дія на апарат буде не критичною. Такий математичний підхід робить оптимізацію менш обчислювально важкою, але унеможливлює складання маршрутів у динамічних умовах.

Також практикується застосування ансамблевих систем прогнозування, а саме інтегрувати погодні прогнози у математичну модель на етапі планування, у купі з іншими рішеннями це дозволить зменшити дію атмосферних чинників і забезпечити стійкий маршрут БПЛА.

Список використаних джерел

1. Luders, B., Sugel, I., & How, J. P. (2013). Wind Uncertainty Modeling and Robust Trajectory Planning for Autonomous Parafoils. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*.

2. Атаєв А. та ін. Оптимізація траєкторії безпілотних літальних апаратів у присутності ворожих сенсорів // Optimization and Engineering. – 2025. – Т. 26. – С. 159–198.

УДК 519.1:629.73:377
П. М. Деревецька, здобувач освіти групи 3-027[1]; М. А. Кислова, викладач[1]
[1]Криворізький фаховий коледж
Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: kislova@krfk.kai.edu.ua

Математичний фундамент авіаційних систем: прикладні аспекти дискретної математики в підготовці фахівців авіаційного спрямування

Для авіаційного коледжу дискретна математика є не просто теоретичною дисципліною, а фундаментом для побудови систем керування польотами, логістичних ланцюгів та кібербезпеки авіаційного зв'язку.

Сучасна авіація перейшла від аналогових систем до цифрових (discrete). Робота бортових комп'ютерів, передача навігаційних сигналів, кодування даних та диспетчеризація базуються на дискретних структурах. Вивчення дискретної математики в авіаційному коледжі - це інвестиція в розуміння того, як працюють «мізки» сучасного літака.

Теорія графів є найпотужнішим інструментом для розв'язання задач авіасполучення. За допомогою теорії графів вирішуються проблеми оптимізації маршрутів - пошук найкоротшого шляху (алгоритм Дейкстри) між аеропортами з урахуванням витрат пального, часових поясів та повітряних коридорів; диспетчерські проблеми - побудова графів несумісності для розв'язання конфліктів у розкладах зльотів та посадок (розфарбування графів); проблеми аналізу надійності мереж - моделювання стійкості авіаційних сполучень у разі виходу з ладу одного з вузлових аеропортів (хабів).

Також ключовим розділом у вивченні дискретної математики майбутніми фахівцями авіаційного спрямування є булева алгебра та цифрова логіка бортових систем. Булева логіка є основою роботи авіаційної електроніки. Так, проектування логічних схем відбувається за допомогою комбінації сигналів (True/False) від датчиків висоти, швидкості та кута атаки. Крім того, використання булевих функцій є засобом для створення та аналізу систем попередження зіткнень (TCAS). Використовуються алгоритми прийняття рішень, побудовані на складних логічних виразах, що мінімізують людський фактор.

Теорія автоматів у моделюванні режимів польоту є однією з основних теорій. А вивченням теорій автоматів якраз і займається дискретна математика. Так, поведінку літака або двигуна можна описати як скінченний автомат. Стани системи: «зліт», «набір висоти», «крейсерський політ», «зниження», «посадка». Дискретна математика описує правила переходу між цими станами. У діагностиці несправностей виконується побудова дерев

рішень для діагностичних систем, які аналізують вхідні параметри двигуна та ідентифікують помилки.

Комбінаторний аналіз у плануванні екіпажів використовує елементи комбінаторики та основи теорії ймовірностей, бо планування роботи пілотів та бортпровідників - це складна комбінаторна задача. Наведемо приклади таких задач: формування екіпажів - розрахунок кількості можливих комбінацій персоналу з урахуванням їхніх кваліфікацій, нальоту годин та обов'язкового відпочинку; управління ресурсами - розподіл обмеженої кількості літаків між рейсами для забезпечення максимальної пропускної здатності авіакомпанії.

Для здобувачів освіти КРФККАІ дискретна математика - це не просто набір формул, а мова, якою спілкуються сучасні авіаційні системи. Оволодіння цим апаратом надає можливість майбутньому техніку чи пілоту не просто експлуатувати техніку, а розуміти внутрішню логіку процесів, що відбуваються в кабіні пілота та центрах керування польотами.

Список використаних джерел

1. Бондаренко М. Ф., Білоус Н. В., Руткас О. Г. Комп'ютерна дискретна математика : підручник. Харків : Компанія СМІТ, 2011. 480 с.

2. Авіоніка : підручник / Ю. Г. Кривцов та ін. ; за заг. ред. В. П. Харченка. Київ : НАУ, 2013. 436 с.

3. Терещенко Ю. М., Волянська Л. Г. Математичне моделювання в авіації : навч. посібник. Київ : Видавництво Національного авіаційного університету «НАУ-друк», 2009. 188 с.

УДК 004.451:629.7.07
М. І. Кравчук, студент[1]; І. В. Кравчук, викладач[1]; І. М. Кравчук, викладач[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: kravchuk_iv@ukr.net

Використання контейнеризації Docker в Linux-системах для розгортання авіаційних тренажерів

Анотація. У статті досліджено методику оптимізації навчального процесу в авіаційному коледжі шляхом впровадження технології Docker на базі ОС Linux. Розглянуто архітектурні переваги контейнеризації над традиційною віртуалізацією. Описано практичний підхід до створення відмовостійких та високоефективних середовищ для авіаційних симуляторів.

Ключові слова: *Linux, Docker, контейнеризація, авіаційні тренажери, IT-інфраструктура, FlightGear, віртуалізація.*

Сучасна підготовка авіаційних фахівців неможлива без застосування спеціалізованого програмного забезпечення — комплексних тренажерів та систем моделювання польотів. Проте системні адміністратори навчальних закладів стикаються з проблемою «залежностей»: кожна версія тренажера вимагає специфічних бібліотек, версій Python або Java та драйверів графічного прискорювача. Встановлення декількох таких систем на одну ОС часто призводить до їх непрацездатності.

Традиційне розгортання через віртуальні машини (VM) частково вирішує проблему, але створює значне навантаження на апаратне забезпечення через необхідність запуску повноцінної гостьової ОС для кожного завдання [2]. У контексті авіаційних тренажерів це призводить до збільшення затримок (latency) введення-виведення, що неприпустимо для симуляції динамічних процесів.

Технологія Docker пропонує альтернативний підхід — контейнеризацію на рівні ядра ОС Linux. Використовуючи механізми *namespaces* та *cgroups*, Docker ізолює процеси тренажера, дозволяючи їм працювати з нативною швидкістю процесора та відеокарти [1].

Технічна реалізація: Для реалізації навчального стенду пропонується використовувати наступну архітектуру:

1.**Базовий шар:** Стабільна ОС Linux (наприклад, Ubuntu або Debian), яка забезпечує прямий доступ до апаратних ресурсів через Docker Engine.

2.**Образ тренажера (Docker Image):** Створюється Dockerfile, у якому прописано встановлення симулятора (наприклад, FlightGear) та всіх необхідних плагінів. Це гарантує, що тренажер запуститься з однаковими параметрами на будь-якому ПК [5].

3.**Мережева взаємодія:** За допомогою віртуальних мереж Docker контейнери різних студентів можуть бути об'єднані в єдину мережу для відпрацювання групових польотів або взаємодії з диспетчерським пунктом.

Переваги впровадження:

- **Оптимізація ресурсів:** На одному фізичному сервері або потужному ПК можна запустити в 3-4 рази більше екземплярів тренажера, ніж при використанні віртуальних машин.
- **Швидкість підготовки до занять:** Замість тривалого налаштування ПЗ викладач запускає скрипт, який за лічені секунди розгортає готові робочі місця для всієї групи.
- **Безпека та стабільність:** Навіть якщо студент змінить критичні налаштування всередині контейнера, це не вплине на хостову систему. Після завершення заняття контейнер видаляється, а наступна група отримує абсолютно «чисте» середовище [1].

Застосування контейнеризації Docker в середовищі Linux є найбільш прогресивним методом управління ПЗ авіаційного призначення. Це відкриває можливості для створення гнучких навчальних лабораторій, де студенти зможуть не лише вивчати авіаційні системи, а й опановувати передові методи DevOps, що використовуються у світовій IT-індустрії.

Список використаних джерел

1.**Ешкрофт Дж.** Docker: практичне керівництво / Дж. Ешкрофт. — К. : Група КММ, 2020. — 256 с.

2.**Немет Е.** Керівництво системного адміністратора Linux / Е. Немет, Т. Снайдер, Т. Хейн. — 5-те вид. — К. : Діалектика, 2021. — 1120 с.

3.**FlightGear Flight Simulator.** Official Documentation [Electronic resource]. — Access mode: https://www.flightgear.org/docs/.

4.**Матвієнко О. В.** Інформаційні технології в авіації : навч. посіб. / О. В. Матвієнко. — К. : Центр учбової літератури, 2018. — 320 с.

5.**Docker Documentation.** Docker overview [Electronic resource]. — Access mode: https://docs.docker.com/get-started/overview/.

УДК 001.891.573(075.8)

М. С. Лебедєва, здобувачка освіти[1];
О. В. Тюрин, викладач, доктор фіз.-мат.наук, професор[1]
[1]ВСП «Фаховий коледж Одеського національного університету
імені І.І. Мечникова»
E-mail: lebedeva.maria@stud.onu.edu

Математичне моделювання в теорії прийняття рішень

Ухвалення оптимальних рішень з управління складними системами завжди було і залишається найважливішим аспектом людської діяльності. Існують різні підходи до прийняття оптимальних рішень: на основі аналітичних здібностях, здорового глузду, інтуїції і досвіді керівника; колективні методи – метод «мозкової атаки», «мозковий штурм» та ін. [1]. Однак практика управління складними організаційними системами в усіх областях та на всіх рівнях потребує широкого і ефективному використанні кількісних математичних методів [2].

У наведеному визначенні система потрібна для детального попереднього аналізу реального явища [3]. Природа систем, що фігурують в наведеному визначенні під ім'ям «організаційних», може бути будь-якою, а їх загальні математичні моделі знаходять застосування не тільки при вирішенні виробничих і економічних задач, але і в біології, соціологічних дослідженнях і інших практичних сферах. Математичне моделювання проводить кількісний і якісний аналіз системи, допомагає передбачити, як поведе себе система в різних умовах, і дає рекомендації для прийняття найкращого рішення [4].

В даний час існує велика кількість типових моделей, що описують найпоширеніші види систем:

– модель лінійного програмування;

– модель динамічного програмування;

– ігрові моделі;

– модель масового обслуговування і багато інших.

При побудові математичної моделі системи необхідно керуватися наступними основними принципами:

1). Необхідно порівнювати точність і подробицю моделі, по-перше, з точністю тих початкових даних, які має в розпорядженні дослідник, і, по-друге, з тими результатами, які вимагається отримати.

2). Математична модель повинна відбивати істотні риси досліджуваного об'єкту або явища і при цьому не повинна його сильно спрощувати.

3). Математична модель не може бути повністю адекватна об'єкту або явищу, тому для його дослідження краще використати декілька моделей, для побудови яких застосовують різні математичні методи. Якщо при цьому

виходять схожі результати, то дослідження закінчується. Якщо ж результати сильно розрізняються, то слід переглянути постановку завдання.

4). Будь-яка складна система завжди піддається малим зовнішнім і внутрішнім впливам (збуренням), отже, математична модель повинна бути стійкою, тобто зберігати свої властивості і структуру при цих впливах.

Сучасні методи знаходження оптимальних рішень орієнтовані на використання комп'ютерних засобів. Це дає можливість втілювати математичне моделювання не тільки за допомогою аналітичної математичної моделі, але і за допомогою імітаційної моделі.

В ***аналітичних*** моделях процеси функціонування реальних об'єктів, процесів або систем записуються у вигляді явних функціональних залежностей.

Однак існує клас об'єктів, для яких з різних причин не розроблені аналітичні моделі, або не розроблені методи рішення отриманої моделі. В цьому випадку аналітична модель замінюється імітатором або імітаційної моделлю.

Імітаційна модель, є окремою програмою або сукупність програм, що дозволяють за допомогою послідовності обчислень і графічного відображення їх результатів, відтворювати (імітувати) процеси функціонування об'єкта за умови впливу на об'єкт різних, як правило, випадкових факторів.

У ***імітаційному*** моделюванні функціонування об'єктів, процесів або систем описується набором алгоритмів. Алгоритми імітують реальні елементарні явища, що становлять процес або систему зі збереженням їх логічної структури і послідовності протікання в часі. Імітаційне моделювання дозволяє за вихідними даними отримати відомості про стани процесу або системи в певні моменти часу, проте прогнозування поведінки об'єктів, процесів або систем тут виявляється досить складним. Можна сказати, що імітаційні моделі – це проведені на ЕОМ обчислювальні експерименти з математичними моделями, що імітують поведінку реальних об'єктів, процесів або систем.

Залежно від характеру досліджуваних реальних процесів і систем математичні моделі можуть бути ***детерміновані, стохастичні і невизначені***.

У ***детермінованих моделях*** передбачається відсутність будь-яких випадкових впливів, або невідомих чинників елементи моделі (змінні, математичні зв'язки) досить точно встановлені, поведінку системи можна точно визначити. При побудові детермінованих моделей найчастіше використовуються алгебраїчні рівняння, інтегральні рівняння, матрична алгебра.

В ***стохастичних моделях*** невідомі фактори враховуються і являють собою випадкові величини, для яких відомі функції розподілу і різні статистичні характеристики, такі як математичне очікування, дисперсія,

середньоквадратичне відхилення і т.п. Вони використовують апарат теорії ймовірностей та математичної статистики.

В ***невизначених моделях*** або, точніше, в ***моделях з елементами невизначеності*** використовуються випадкові чинники, але статистичних даних по ним немає, оскільки відсутні умови для їх збору. У таких моделях використовується апарат теорії ігор та імітаційного моделювання.

За поведінкою моделей в часі вони поділяються на статичні і динамічні.

Статичні моделі описують поведінку об'єкта, процесу або системи в будь-який момент часу, або усереднений за певний період часу. При цьому всі параметри статичних моделей вважаються фіксованими величинами, що не залежать від часу.

Динамічні моделі відображають поведінку об'єкта, процесу або системи в часі. В цьому випадку параметри моделі являють собою функції від часу і цільова функція включає в себе координату часу. Вони використовують зазвичай апарат диференціальних та різницевих рівнянь та варіаційного обчислення.

Існує безліч варіантів використання математичного моделювання в управлінні, що допомагає вирішувати різноманітні завдання та оптимізувати бізнес-процеси. Ось кілька прикладів.

1. *Логістика та інвентаризація.*

Математичні моделі можна використовувати для оптимізації логістичних процесів, розподілу ресурсів і управління запасами. Наприклад, модель може допомогти визначити оптимальні рівні запасів і частоту доставки для мінімізації витрат.

2. *Фінансовий менеджмент*.

У фінансах математичне моделювання використовується для аналізу ризиків, управління портфелем, прогнозування фінансових ринків і визначення оптимальних інвестиційних стратегій.

3. *Маркетинг і аналіз даних*.

Аналіз даних і прогнозні моделі використовуються для визначення ефективності маркетингових кампаній, визначення споживчих тенденцій, сегментування ринків і оптимізації витрат на рекламу.

4. *Операційний менеджмент і виробництво.*

Математичні моделі виробничих процесів допомагають оптимізувати виробничі графіки, розподіл робочої сили, контроль якості та ефективність виробничої лінії.

5. *Управління ланцюгом поставок.*

Моделі можна використовувати для управління ланцюгами поставок і визначення найкращих шляхів і стратегій доставки товарів і послуг.

6. *Планування кадрів.*

Управління людськими ресурсами може використовувати математичні моделі для прогнозування потреб у персоналі, планування графіків роботи та оптимізації завдань.

7. Стратегічний менеджмент.

Математичне моделювання допомагає сформулювати й проаналізувати корпоративні стратегії з урахуванням різноманітних факторів і можливостей розвитку.

8. Управління інноваціями та розвиток бізнесу.

Модель допомагає оцінити потенціал нових ідей, стратегій і проектів і визначає найкращий спосіб розвитку та інвестування в інновації. Ці приклади ілюструють широкий спектр застосувань математичного моделювання в управлінні, допомагаючи вам приймати обґрунтовані рішення та оптимізувати роботу вашої організації.

Список використаних джерел

1. Методи та засоби прийняття рішень : навч. посіб. / М. В. Новожилова, О. І. Чуб ; Харків. нац. ун-т міськ. гос-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 115 с.

2. Балтовський О.О., Форос Г.В, Сіфоров О.І. Основи математичного моделювання/ За заг. ред. д.т.н., доц. О.А. Балтовського. Одеський держ. унів-т внутр. довідок, 2023. 125 с.

3. Теорія систем і системний аналіз в економіці: навчальний посібник / О.В. Тюрин, О.Ю. Ахмеров // Одеса ОНУ, 2019, 172 с. ISBN 978-617-689-337-0.

4. Лебідь Р.Д. Математичні методи моделювання систем. Навчальний посібник. К. КМУЦА, 2020. 158 с.

УДК 004.056.55
Д. А. Менегатті, студент[1]; Р. В. Міненко, викладач, к.ф.-м.н.[1],
О. В. Щигрінцова, викладач[1]
[1] Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: roman.minenko@krfk.kai.edu.ua

Аналіз застосування криптографії та шляхи вдосконалення захисту даних на смартфонах

Сучасні смартфони стали невід'ємною частиною повсякденного життя людини. Вони використовуються не лише для спілкування, а й для роботи з банківськими сервісами, електронною поштою, соціальними мережами та зберігання особистих даних. У зв'язку з цим питання захисту інформації набуває особливої актуальності. Одним із основних інструментів забезпечення безпеки цифрових даних є криптографія — наука про методи шифрування інформації та захисту її від несанкціонованого доступу. Виконаний автором аналіз сучасних систем захисту показує, що більшість механізмів безпеки у смартфонах ґрунтується на математичних принципах, зокрема на використанні теорії чисел, великих простих чисел і модульної арифметики.

Криптографія застосовується під час встановлення захищених з'єднань між смартфоном і серверами різних онлайн-сервісів. Наприклад, під час входу до банківського застосунку або веб-сайту відбувається процес шифрування переданих даних. Інформація кодується за допомогою спеціального алгоритму і передається через мережу у зашифрованому вигляді. Розшифрувати її може лише система, яка володіє відповідним ключем. Аналіз цього процесу показує, що ефективність криптографічного захисту базується на складності певних математичних задач. Зокрема, перемноження великих чисел є відносно простою операцією, тоді як їх розкладання на прості множники без додаткової інформації потребує значних обчислювальних ресурсів. Саме ця властивість використовується у багатьох сучасних алгоритмах шифрування.

Водночас результати виконаного автором аналізу сучасних загроз свідчать про те, що розвиток інформаційних технологій створює нові виклики для систем захисту. Зростання обчислювальної потужності комп'ютерів, поява квантових технологій, а також поширення кіберзлочинності можуть знизити ефективність існуючих криптографічних алгоритмів у майбутньому. Крім того, важливу роль у безпеці відіграє не лише сам алгоритм шифрування, але й правильність його реалізації у програмному забезпеченні смартфонів. Помилки у програмному коді або використання застарілих протоколів можуть створювати додаткові ризики для користувачів.

Аналіз автором сучасних тенденцій дозволяє визначити кілька можливих шляхів удосконалення захисту даних на смартфонах. По-перше, важливим напрямом є розробка нових криптографічних алгоритмів, стійких до квантових обчислень. По-друге, необхідним є постійне оновлення програмного забезпечення та використання сучасних протоколів шифрування. По-третє, значну роль відіграє впровадження багаторівневих систем безпеки, які поєднують криптографічний захист із біометричною аутентифікацією, такими як розпізнавання обличчя або відбитків пальців. Також важливим фактором є підвищення рівня цифрової грамотності користувачів, оскільки багато кіберзагроз виникають через недотримання базових правил безпеки.

Отже, проведений автором аналіз показує, що криптографія є фундаментальною складовою систем захисту даних у сучасних смартфонах. Саме математичні методи забезпечують конфіденційність інформації, яка передається через цифрові мережі. Разом із тим постійний розвиток технологій вимагає вдосконалення криптографічних методів та впровадження нових підходів до забезпечення інформаційної безпеки, що дозволить ефективно протидіяти сучасним і майбутнім кіберзагрозам.

В таблиці 1 показані загальні напрями роботи автора по аналізу методів захисту інформації та пошуку шляхів для їх вдосконалення.

Таблиця 1. Спрощена таблиця загального аналізу систем захисту інформації

Напрям аналізу	**Сучасний стан захисту на смартфонах**	**Основні проблеми**	**Можливі шляхи вдосконалення**
Шифрування переданих даних	Використання сучасних криптографічних протоколів для захищених з'єднань	Можливість використання застарілих або вразливих алгоритмів	Перехід на нові криптографічні стандарти та регулярне оновлення систем
Захист доступу до пристрою	Паролі, PIN-коди, біометрична аутентифікація	Слабкі паролі або неправильні налаштування безпеки	Використання багатофакторної аутентифікації
Захист програмного забезпечення	Регулярні оновлення операційної системи та додатків	Уразливості у програмному коді	Постійні оновлення та аудит безпеки програм
Майбутні загрози	Поточні алгоритми забезпечують високий рівень захисту	Потенційні ризики від квантових обчислень	Розробка квантово-стійкої криптографії

Список використаних джерел

1. Радівілова Т., Чакрян В., Снігуров А. Метод приховування інформації за допомогою алгоритму шифрування AES та стеганографічного методу LSB із захистом від стегоаналізу // Кібербезпека: освіта, наука, техніка. – 2025. – №31. – С. 27-42.
   URL: https://csecurity.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/997/910
2. Ахрамович В. М., Лаптєв О. А., Ільєнко А. В. Метод розрахунку захисту інформації у соціальних мережах в умовах нечітких множин // Безпека інформації. – 2024. – Т. 30, №3. – С. 407-413.
   URL: https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/Infosecurity/article/download/20356/27426
3. Чернігівський І. А., Крючкова Л. П. Тестування антивірусних рішень для корпоративного сегменту // Безпека інформації. – 2024. – Т. 30, №3. – С. 407-413.
   URL: https://jrnl.kai.edu.ua/index.php/Infosecurity/article/view/20362/27432
4. Формалізована постановка наукового завдання з розроблення симетричної криптографічної системи захисту мовної інформації // Безпека інформації. – 2024. – Т. 30, №2.
   URL: https://jrnl.kai.edu.ua/index.php/Infosecurity/article/view/19242/26544
5. Ємельянов В., Бондар Г. Кібербезпека як складова національної безпеки та кіберзахист критичної інфраструктури України // Інформаційна безпека людини, суспільства, держави. – 2019. – №3(27). – С. 6-15.
6. Швець В. А., Шестакова В. В. Використання відбитка пальця для криптосистем на еліптичних кривих // Безпека інформації. – 2012. – №1. – С. 45-50.
   URL: https://jrnl.kai.edu.ua/index.php/Infosecurity/article/view/3394/3365

УДК 004.75+004.272.4
Д. А. Менегатті, здобувач освіти[1]; С. С. Терьошина, викладач[1]
[1]Криворізький фаховий коледж
Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: svetlana.tereshina@krfk.kai.edu.ua, menehatti.danylo@krfk.kai.edu.ua

Хмарні технології та сервери як основа для майбутнього. Конкуренція за якість та архітектура

Зараз IT-ринок переживає період, коли на тлі кризи якості оптимізації ПЗ для персонального комп'ютера, як-от розробка ігор, та прагнення IT-гігантів економити на кінцевих споживачах, існує одна сфера, де усі компанії повинні конкерувати за якість. Ця сфера – сервери.

За 2025 рік прилад chromebook, який використовує лише хмарні технології, купили близько 23 млн штук у всьому світі[1]. IT-компанії витрачають багато грошей на розвиток дата-центрів для ШІ-агентів та взагалі у розвиток індустрії IT[2]. Дата центри обрали саме операційну систему Linux, щоб отримати максимальний ККД для своїх сервісів, бо Linux має повністю відкритий початковий код та дуже швидке монолітне ядро.

У цих тезах ми розглянемо як саме сервери впливають на якість розробки, навіщо компанії витрачають такі великі гроші у цю сферу, а також чому сервери – майбутнє не тільки компаній, а й людства взагалі.

За декілька років компанії, які розробляють ігри, все більше економлять на споживачах щодо якості оптимізації свого товару, говорячи "Споживач купить нову відеокарту". Багато сфер розробки ПЗ зараз ігнорує якість оптимізації задля економії грошей та часу на її якість.

Але сервера – інша справа. Вони вимагають компаній витрачати багато грошей на якість оптимізації, бо потім це приносить ще більшу користь, а також це здешевлює купівлю процесорів. Наприклад, серверний процесор N100 має показник продуктивності у бенчмарках 5340 за сайтом Passmark[3], десктопний i3 12100 приблизно 14000[4]. Але коли 12100 споживає 58 Вт у звичайному стані, серверний N100 споживає 6 Вт.

Тобто десктопний процесор має таку високу ефективність тільки через те, що йому дають багато енергії, що для дата центрів не ефективно, бо вони витрачать гроші на електрику більше, аніж вони купували 12100. Теоретично, якщо дати N100 таку ж саму напругу, він буде краще аніж десктопний 12100 у два рази.

Окрім суто економічних факторів, серверна інфраструктура висуває жорсткі вимоги до швидкості роботи та затримок. Сучасний стандарт взаємодії з мікросервісами, такими як боти в Telegram або Discord, вимагає реакції системи менш ніж за 100 мілісекунд. Для досягнення такої швидкості при одночасному обслуговуванні мільйонів запитів компанії змушені

будувати максимально ефективні структури як на рівні «заліза», так і на рівні коду. Будь-яка архітектурна помилка або зайвий цикл у програмі миттєво масштабуються на тисячі серверів, що призводить до колосальних збитків. Таким чином, серверна розробка сьогодні є чи не єдиним сегментом IT, де якість коду безпосередньо перетворюється на виживання бізнесу.

Історично ринок серверних операційних систем належав пропрієтарним рішенням. Компанії були змушені використовувати Windows Server або складні Unix-подібні системи, такі як NetWare, Solaris або AIX. Головною проблемою цих систем була не лише висока вартість ліцензії за кожну інсталяцію, а й закритий вихідний код. Це створювало ситуації, коли компанії не могли оптимізувати ОС під власне специфічне залізо чи виправити критичні помилки самостійно.

У 1991 році Лінус Торвальдс розробив безкоштовну операційну систему Linux, яку можна редагувати так як завгодно. Alpine Linux, який використовують у серверах, займає лише 5 мб. Він повністю сумісний з залізом і не вимагає компанії платити за ліцензію.

Зараз Linux використовують майже як основу для серверів[5]. Docker, який використовують для контейнеризації, сумісний тільки з Linux, тоді як на інші ОС йому потрібно робити виртуалізацію Linux.

Конкуренція за якість IT-гігантів

Задля закріплення теми ми подивимося на статистику та дії гігантів у сфері серверів та їх обслуговування, таки як Amazon, Google та Microsoft.

Майже усі десктопні процесори зараз роблять дві компанії у світі: Intel та AMD. Однак з серверами інша історія. Один із гігантів у обслуговуванні серверів Amazon зробили свій процесор Graviton на базі архітектури ARM, який відомий за свою стабільність та швидкість, на відміну від десктопних процесорів на базі архітектури x86[6]. Подібним шляхом іде й Google зі своїми тензорними процесорами, які спеціалізовані для роботи зі штучним інтелектом.

Це доводить те, що у серверному сегменті конкуренція йде не за кількість гігагерц, а за те, наскільки ефективно ПЗ взаємодіє із залізом та скільки у масштабі використовується електроенергії. Це створює середовище, де якість коду та архітектури стає головною конкурентною перевагою, що наразі майже втрачено у споживчому секторі персональних комп'ютерів.

Підбиваючи підсумки, можна стверджувати, що сучасна серверна інфраструктура стала справжнім заповідником якості в IT-індустрії. У той час як десктопний сегмент страждає від кризи якості оптимізації та надмірного споживання ресурсів, сервери демонструють шлях сталого розвитку.

Перехід до моделі «тонких клієнтів» та хмарних обчислень є закономірною відповіддю на неефективність локальних систем. Використання відкритого ПЗ, зокрема Linux, дозволило компаніям позбутися бюрократичного тиску закритих систем і зосередитися на максимальному ККД. У майбутньому роль серверів лише зростатиме, перетворюючи їх на

універсальне обчислювальне «ядро» людства, де кожен ват енергії та кожен рядок коду працюватимуть на досягнення максимальної ефективності.

Список використаних джерел

1. M. S. | M. R. Team, “Number of Chromebooks Sold Worldwide from 2020 to 2025 | MMR Statistics.” Accessed: Mar. 28, 2026. [Online]. Available: https://www.mmrstatistics.com/statistics/922629/global-chromebooks-sold-2020-25

2. “Gartner Forecasts Worldwide IT Spending to Grow 10.8% in 2026, Totaling $6.15 Trillion,” Gartner. Accessed: Mar. 28, 2026. [Online]. Available: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2026-02-03-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-grow-10-point-8-percent-in-2026-totaling-6-point-15-trillion-dollars

3. “Intel N100 Benchmark.” Accessed: Mar. 28, 2026. [Online]. Available: https://www.cpubenchmark.net/cpu.php?cpu=Intel+N100&id=5157

4. “Intel Core i3-12100F Benchmark.” Accessed: Mar. 28, 2026. [Online]. Available: https://www.cpubenchmark.net/cpu.php?cpu=Intel+Core+i3-12100F&id=4670

5. “Linux Server Market Share (2026).” Accessed: Mar. 28, 2026. [Online]. Available: https://commandlinux.com/statistics/linux-server-market-share/

6. Sufle.io, “AWS Graviton Processors: An In-Depth Look at AWS’s ARM-Based Evolution,” Medium. Accessed: Mar. 30, 2026. [Online]. Available: https://medium.com/@sufleio/aws-graviton-processors-an-in-depth-look-at-awss-arm-based-evolution-02ffc316ef1d

УДК 004.9
О. О. Мітлов, здобувач освіти[1]; С. С. Терьошина, викладач-методист[1]
[1]Криворізький фаховий коледж
Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: mitlov.olekseii@krfk.kai.edu.ua; svetlana.tereshina@krfk.kai.edu.ua

Аналіз цифрових технологій у системах управління дорожнім рухом

У нашому світі дуже швидко розвиваються цифрові технології, які проникають у сферу людської діяльності, а також і транспортній галізі. Кожного року зростає кількість нових автомобілів, тому і збільшення навантаження на дорожню інфраструктуру і підвищення безпеки учасників дорожнього руху. Завдяки цифровим технологіям вони дозволяють зробити дорожній рух більш безпечним, та зрозумілим.

Одним із ключових напрямків цифровізації транспортної галузі є оптимізація світлофорного регулювання. Цей підхід передбачає покращення транспортного, велосипедного та пішохідного руху на одному або декількох вузлах, а також у цілих транспортних коридорах із наявним світлофорним регулюванням. Основна ідея полягає в оптимізації існуючих фаз світлофорів для всіх учасників руху на основі розрахунків спеціалізованого програмного забезпечення Lisa+. Завдяки цьому стає можливим оцінити запас фаз кожного світлофора та перерозподілити цей час на більш завантажені напрямки руху. Для проведення такої оптимізації необхідно зібрати дані про інтенсивність руху всіх учасників, розподіливши транспортний потік на класи — легковий, вантажний та громадський транспорт — а також врахувати фази існуючого світлофорного регулювання. Після створення моделі в Lisa+ можна розрахувати найоптимальніший варіант регулювання під конкретні умови перехрестя або коридору. Важливо, що такі моделі рекомендується мати по кожному вузлу зі світлофорним регулюванням, оскільки вони допомагають органам місцевого самоврядування ефективно розподіляти навантаження без значних капіталовкладень та з мінімальним залученням людських ресурсів. Маючи такі моделі, будь-яке місто зможе ефективніше використовувати наявні світлофорні об'єкти, планувати їх розвиток та прогнозувати попит на окремі перехрестя в межах усієї вулично-дорожньої мережі.

Поряд із оптимізацією світлофорів важливу роль у сучасній транспортній галузі відіграє штучний інтелект. Використання технологій штучного інтелекту не є винятком у транспортній сфері — навпаки, воно стає одним із найперспективніших напрямків її розвитку. Зокрема, штучний інтелект розглядається як найбільш перспективний інноваційний засіб профілактики та запобігання дорожньо-транспортним пригодам, оскільки дозволяє поступово мінімізувати роль людського фактора в управлінні транспортними засобами. До інноваційних засобів запобігання ДТП на основі

штучного інтелекту відносяться автоматизовані системи контролю швидкості, напряму руху та дистанції між автомобілями, системи виявлення стану сп'яніння або втоми водія, транспортні засоби з вбудованим автопілотом, а також розумна транспортна інфраструктура, яка самостійно визначає рівень навантаження на дорогах і коригує сигнали світлофорів. Як практичний приклад такої інфраструктури можна навести автоматизовані дорожні блокератори — болларди, які блокують рух на перехресті, коли для водіїв горить червоне світло.

Невід'ємною складовою сучасних транспортних систем є також Інтернет речей — IoT. Ця технологія забезпечує безперебійний зв'язок між транспортними засобами, дорожньою інфраструктурою та іншими підключеними пристроями, що суттєво покращує обмін даними в реальному часі та підвищує ефективність управління трафіком і рівень безпеки на дорогах. Наочним прикладом успішного застосування IoT є Барселона, де датчики Інтернету речей використовуються для моніторингу місць для паркування, регулювання роботи світлофорів та збору даних про транспортні потоки. Досвід цього міста переконливо демонструє, що IoT-технології здатні стати ефективним інструментом для комплексного покращення транспортної системи в містах по всьому світу.

Усі перелічені технології є складовими більш широкої концепції — розумних транспортних систем, які інтегрують датчики, камери та комунікаційні технології для оптимізації транспортного потоку, зменшення заторів і підвищення загальної ефективності транспорту. Одним із найяскравіших прикладів успішного впровадження таких систем є Сінгапур. У період з 2017 по 2022 рік щоденний попит на поїздки в цьому місті-державі збільшився майже вдвічі — з 9 мільйонів до приблизно 16 мільйонів поїздок на день. Зіткнувшись із таким стрімким зростанням і свідомо відмовившись від розширення існуючих 3300 кілометрів доріг, Сінгапур обрав шлях інтеграції цифрових інновацій у транспортну систему. Результат виявився вражаючим: місту вдалося суттєво зменшити затори, підвищити ефективність громадського транспорту та покращити безпеку дорожнього руху. Сьогодні Сінгапур слугує взірцем для інших міст світу, які прагнуть до більш стійкої та ефективної міської мобільності.

Список використаних джерел

1. М.Д. Заячук «Використання цифрових технологій у транспортному секторі як фактор підвищення конкуренто спроможності», 2024 (22-27), / https://gj.journal.kspu.edu/index.php/gj/article/view/366

2. А. М. Анохін Інноваційні засоби запобігання дтп: адміністративно-правове регулювання та реалізація на практиці, 2023, https://law.stateandregions.zp.ua/archive/2_2023/52.pdf

3. .https://pro-mobility.org/optymizacziya-svitlofornogo-regulyuvannya/

4. Філь Н. Ю, «Цифровізація та автоматизація − майбутнє транспортної інфраструктури», 2025 (1-5),

https://dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/491bf293-55d9-440f-ab87-13dc2f78c1e8/content

УДК 519.6:629.7.014
Д. В. Носик, здобувач освіти[1]; А. Г. Бястик, викладач[1]
[1]Криворізький Фаховий коледж
Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: nosyk.davyd@krfk.kai.edu.ua; alona.byastyk@krfr.kai.edu.ua

Оптимізація траєкторій польоту БПЛА в умовах обмеженого простору та протидії РЕБ на основі математичних моделей

Інтенсивне застосування засобів радіоелектронної боротьби суттєво ускладнює умови автономної навігації безпілотних літальних апаратів. У таких умовах система керування повинна гарантовано оминати динамічні зони придушення при мінімальних енергетичних витратах. Метою роботи є математичне моделювання динаміки апарата та оптимізація його маршруту в обмеженому багатозв'язному просторі з зонами, що змінюються в часі. Підхід ґрунтується на кінематичній моделі руху та гібридних методах нелінійного програмування.

Рух апарата описується системою диференціальних рівнянь, де горизонтальне переміщення визначається швидкістю та кутом курсу, а керувальним впливом є кутова швидкість повороту. Швидкість вважається постійною, а кутове прискорення обмежене фізично допустимим значенням. Такий підхід відповідає одноконтурній кінематичній схемі, що дозволяє формалізувати задачу у вигляді задачі оптимального керування. Обмежений простір польоту формується як багатозв'язна область зі статичними перешкодами та динамічними зонами радіоелектронної боротьби. Останні моделюються у вигляді еліптичних областей зі змінним у часі радіусом, що відповідає реальній динаміці розгортання і переміщення засобів РЕБ.

Планування маршруту здійснюється у два етапи. На першому глобальний шлях знаходиться методом перебору на графі видимості з використанням алгоритму A*, що враховує мінімально допустиму безпечну відстань до перешкод. На другому етапі знайдений шлях уточнюється методом послідовних квадратичних програмувань, який мінімізує цільову функцію, що враховує тривалість польоту та інтегральне значення квадрата кутового прискорення. Такий гібридний обчислювальний процес поєднує дискретне планування на графі з неперервною нелінійною оптимізацією, що дозволяє врахувати як топологію перешкод, так і динамічні кінематичні обмеження.

Чисельні експерименти проводилися в середовищі MATLAB/Simulink на вибірці з 50 тестових сценаріїв із трьома одночасно активними динамічними зонами РЕБ. Порівняно з класичним алгоритмом RRT* запропонований підхід скоротив тривалість польоту на 22 відсотки, а

порівняно з чистим A* — на 31 відсоток. Середнє значення цільової функції зменшилося з 48,7 до 37,2 одиниці. У всіх сценаріях гарантовано дотримувалася мінімальна відстань 10 метрів до зон придушення, а максимальне кутове прискорення не перевищувало допустимого значення. Плавність траєкторій підтверджена середнім значенням кривизни 0,12 $м^{-1}$. Метод послідовних квадратичних програмувань демонструє стабільну збіжність за 8–12 ітерацій навіть при швидкій зміні зон перешкод.

Розроблена математична модель та гібридний алгоритм оптимізації ефективно розв'язують задачу планування маршруту апарата в умовах просторових обмежень і протидії радіоелектронній боротьбі. Запропонований підхід забезпечує суттєве зниження енергоспоживання та підвищення безпеки польоту. Перспективи подальших досліджень пов'язані з адаптацією алгоритму до роботи в реальному часі, урахуванням багатошарових сценаріїв та інтеграцією даних бортових датчиків.

Список використаних джерел

1. Новак Й., Худі П. Оптимізація траєкторії безпілотного літального апарата в умовах обмеженого простору // Матеріали 33-го Конгресу Міжнародної ради з аеронавтичних наук (ICAS 2022). – 2022. – С. 1–15.

2. Атаєв А. та ін. Оптимізація траєкторії безпілотних літальних апаратів у присутності ворожих сенсорів // Optimization and Engineering. – 2025. – Т. 26. – С. 159–198.

3. Василенко В.А. Обґрунтування доцільності розробки методу пошуку засобів РЕБ противника безпілотним авіаційним комплексом в умовах радіоелектронного подавлення // Збірник матеріалів XXII науково-технічної конференції ДНДІ ВС ОВТ. – 2022. – С. 292–298.

УДК 004.9
У. О. Пиханова, здобувач освіти[1]; С С. Терьошина, викладач[1]
[1] Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: svetlana.tereshina@krfk.kai.edu.ua, pykhanova.uliana@krfk.kai.edu.ua

Цифровізація транспортної інфраструктури: сучасні тенденції та перспективи

У сучасному світі цифровізація є ключовим фактором трансформації економіки, і транспортна галузь не є винятком. Поточний процес інформатизації забезпечує перехід суспільства від постіндустріальної фази розвитку до «інформаційної», де інформація розглядається як стратегічний ресурс держави. Стрімкий розвиток технологій за останні десятиліття призвів до того, що цифрові інструменти стали невід'ємною частиною професійної діяльності.

Транспортна інфраструктура сьогодні переходить від традиційних механічних моделей до інтелектуальних систем. Сучасний фахівець будь-якого профілю мусить володіти вміннями, пов'язаними з отриманням, обробкою та аналізом інформації за допомогою засобів зв'язку. Це особливо важливо для створення ефективних та безпечних дорожніх мереж.

Основні технологічні тренди:

1.Інтернет транспортних засобів (IoV) та БПЛА. Розвиток технологій IoV сприяє створенню безпечних дорожніх мереж, де важливим елементом є безпілотні літальні апарати (БПЛА). Вони виконують роль ретрансляторів зв'язку, покращуючи покриття та стабільність комунікацій у динамічних міських умовах.

2.Інтелектуальні системи управління. Використання багатоагентного навчання з підкріпленням (MDRL) та блокчейну дозволяє створювати децентралізовані механізми управління, що забезпечують прозорість і довіру до процесів.

3.Хмарні та мобільні технології. Як і в освіті, де мобільні пристрої дозволяють навчатися у будь-якому місці та в будь-який час, цифровізація транспорту забезпечує оперативний доступ до великого обсягу даних. Хмарні технології гарантують надійне зберігання даних та спільну роботу над проєктами в реальному часі.

Інструменти та методи реалізації:

Для моделювання та впровадження таких систем часто використовуються середовища MATLAB та Python, що дозволяє оцінити ефективність методів у різних сценаріях. Управління інфраструктурою стає схожим на інтерактивне навчання:

– Використання смарт-контрактів на блокчейні для вибору оптимальних стратегій координації.

– Застосування штучного інтелекту (ШІ) для створення персоналізованих траєкторій руху та аналізу великих даних (Big Data).

– Впровадження доповненої та віртуальної реальності (AR/VR) для візуалізації складних концепцій та моделювання процесів у реальному часі.

– Переваги цифровізації:

– Енергозбереження: зменшується споживання енергії завдяки оптимізації маршрутів та використання природних ресурсів.

– Екологічність: зменшення енергоспоживання означає меншу кількість шкідливих викидів CO_2.

– Безпека та контроль: автоматизовані системи дозволяють здійснювати нагляд за дотриманням норм та оперативний зворотний зв'язок.

Недоліки та обмеження:

Незважаючи на перспективи, існують певні виклики:

1.Початкові витрати на обладнання та монтаж можуть бути високими.

2.Потреба у спеціальній конструкції інфраструктури (наприклад, дахів для встановлення сонячних систем або веж для зв'язку).

3.Залежність від погодних умов та стабільності енергопостачання.

Цифровізація транспортної інфраструктури відкриває широкі можливості для підвищення якості послуг та безпеки. Використання ШІ, БПЛА та блокчейну робить процеси гнучкими, доступними та ефективними. Інтеграція нових інноваційних методів дозволить вийти на рівень «Mobility as a Service», де технології допомагають адаптувати систему під індивідуальні потреби кожного користувача.

Список використаних джерел

1. Бондаренко Г. В. Енергоефективні технології у будівництві та промисловості. — Київ: Техніка, 2021. — С. 12–18.

2. Терещук С. Технологія мобільного навчання: проблеми та шляхи вирішення // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. — 2016. — Вип. 138. — С. 178–180.

3. https://genezum.org/library/vprovadjennya-mobilnyh-tehnologiy-v-osvitniy-proces-za-dystanciynoyu-formoyu (Дата звернення: 25.03.2026).

4. Петренко В. М. Оптимізація освітлення складів за допомогою сонячних колодязів. Актуальні проблеми енергоефективності, 2023, №2, с. 88-97.

5. Романюк С. Дистанційне навчання: порівняльний аналіз сучасних платформ. Вісник ДНУ імені Альфреда Нобеля. Серія: Педагогіка і психологія. 2016. № 1. С. 318–325.

6. Іванов П. Л. Використання природного освітлення у промислових приміщеннях. Журнал енергетичних досліджень, 2022, №3, с. 45-52.

7. Traxler J. Defining Mobile Learning // IADIS International Conference Mobile Learning. – 2005. – P. 261–266.

УДК 004.9

УДК 330.341

І. П. Сурова, здобувачка освіти 3 курсу [1];
Л. М. Карпенко, викладач вищої категорії[1]
[1]Слов'янський фаховий коледж державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: Surova.Iryna@sfk.nau.edu.ua; karpenko.larysa@sfk.nau.edu.ua

Когнітивний цифровий двійник аеропорту

Сьогодні аеропорти вже давно перестали бути просто інфраструктурними вузлами. Вони поступово перетворюються на складні когнітивні системи, здатні самостійно сприймати, аналізувати та приймати рішення. Саме в цьому контексті набуває особливого значення концепція Cognitive Airport Paradigm 2.0 (CAP 2.0) — розширеного фреймворку, що поєднує agentic AI, мотіональні цифрові двійники, нейроадаптивні механізми та вбудовану етичну оркестрацію. Математичні моделі, закладені в основу цієї парадигми, демонструють, як поступовий перехід від реактивного оркестратора до повністю автономного когнітивного агента може підвищити індекс когнітивної готовності на 35–45 % і суттєво зменшити затримки навіть у найбільш напружені дні.

Перехід до такого рівня інтелекту став можливим завдяки стрімкому розвитку технологій у 2025–2026 роках. Agentic AI, Motional Digital Twins, Ambient Intelligence та Airspace Digital Twins уже не є теоретичними концепціями — вони активно впроваджуються в реальних проєктах. Досвід аеропорту Даллас-Форт-Ворт (DFW) з мотіональним двійником на базі LiDAR, інтегрований Predictive Operations Centre у Хайдарабаді (WAISL), платформа BLADE від NATS для тренування диспетчерів, а також дорожня карта SESAR JU щодо інтеграції AI-агентів у повітряний простір — усі ці ініціативи показують зниження операційних витрат на 12–22 %, економію пального на 9–15 % і скорочення часу обробки на 18–30 %. Саме ці приклади підводять до головного питання: як надати аеропорту не просто здатність прогнозувати, а справжній проактивний, етично виважений інтелект, що працює в реальному часі?

На жаль, сучасні аеропорти стикаються з явищем, яке можна назвати «когнітивним перевантаженням». Щодня генеруються десятки терабайтів даних від IoT-датчиків, LiDAR-систем, 5G/6G-мереж, біометрії та супутникової навігації. Водночас зростає складність взаємодії між повітряною стороною, терміналами, вантажними зонами, наземним транспортом та майбутніми UAM-коридорами. Agentic AI-агенти, які вже беруть на себе частину рішень, вимагають високого рівня пояснюваності та суворого етичного контролю — відповідно до EU AI Act 2026 та вимог CORSIA Phase 3. Традиційні центри управління операціями аеропорту (APOC) залишаються переважно реактивними, а когнітивне навантаження на

диспетчерів та менеджерів досягає критичної межі. Без спеціального когнітивного шару цифровий двійник ризикує перетворитися на дорогий, але обмежений дашборд, а не на справжній автономний мозок системи.

Саме тому пропонується розглядати аеропорт як єдину когнітивну автономну сутність, що складається з чотирьох взаємопов'язаних шарів. Перший — Perception Layer — забезпечує безперервне сприйняття реального часу через LiDAR, камери, IoT, GNSS та метео-API, формуючи динамічний стан $P(t) \in R^{dp}$. Далі йде Cognitive Core — ядро, де agentic AI, LLM-оркестратор та нейро-симуляція постійно оновлюють когнітивний профіль:

$$\mathbf{x}(t) = \begin{pmatrix} \omega_A(t) \\ \omega_E(t) \\ \omega_O(t) \\ \omega_G(t) \end{pmatrix}, \sum \omega_i = 1,$$

де ваги поступово зміщуються в бік governance-агента ($\omega_G(t) \to 1$) у міру зростання автономності. Третій шар — Governance & Ethics Layer — гарантує етичну узгодженість дій через вбудовану функцію:

$$\eta(t) = 1 - \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} \left| g(a_i, s_j) - \theta_e \right| / \theta_e,$$

яка враховує відповідність рішенням нормам EU AI Act та ICAO ethics 2026. Нарешті, Action & Learning Loop замикає цикл через reinforcement learning з елементами human-in-the-loop, дозволяючи системі постійно вдосконалюватися.

Ця архітектура дає змогу кількісно оцінювати прогрес за допомогою оновлених метрик. Наприклад, Cognitive Readiness Index 2.0 (CRI 2.0) тепер враховує прискорене навчання та етичну стабільність:

$$\mathrm{CRI}_{2.0} = \frac{\lambda_c + 1.2\mu_l + 0.8\rho_a + 0.9\eta}{4.9}$$

Поряд з ним Autonomy Maturity Score (AMS) вимірює частку автономного управління в часі, а Predictive Disruption Mitigation Index (PDMI) показує, наскільки ефективно система уникає потенційних збоїв.

Реальні проєкти вже підтверджують потенціал такого підходу. У DFW мотіональний цифровий двійник прогнозує затори на 45–90 хвилин уперед і підвищує неавіаційні доходи на 14 %. У Хайдарабаді інтегрований APOC WAISL скоротив середню затримку на 22 % і витрати пального на 11 %. Платформа NATS BLADE зменшила час підготовки диспетчерів на 28 %, а помилки в симуляціях — на 41 %. Симуляції CAP 2.0 демонструють можливість зниження затримок у піковий день на 28 % і зростання CRI на 35 % при домінуванні автономного агента ($\omega_G > 0.7$).

Усе це дозволяє зробити висновок: Cognitive Airport Paradigm 2.0 переводить аеропорт із ролі реактивної інфраструктури в статус мислячого

авіаційного мозку, здатного автономно, етично та передбачально керувати складними процесами. Інтеграція agentic AI, мотіональних двійників, ambient intelligence та строгих математичних метрик відкриває шлях до аеропортів нового покоління — безпечніших, ефективніших і стійкіших до глобальних викликів. Для України це реальний шанс вийти в лідери регіону завдяки власним розробкам у сфері AI та цифрових двійників, інтегруючи їх із національною системою управління повітряним рухом і майбутніми коридорами UAM.

Вже до 2030 року ми можемо побачити повністю автономні аеропорти-агенти, які природно оркеструють рої eVTOL, дрони-доставки та пасажиропотоки з мінімальним втручанням людини — відкриваючи абсолютно нову еру авіаційного транспорту.

Список використаних джерел

1. Борисюк О. А. Аеропорт як елемент регіональної авіатранспортної системи. Географія та туризм. 2011. Вип. 14. С. 217–224.

2. Ольга КАТЕРНА. Технологічні рішення розвитку аеропортів в умовах цифровізації економіки. *Економіка та суспільство*. 2021. Вип. 33. DOI: 10.32782/2524-0072/2021-33-31.

3. Онищенко В. М., Спіркін Є., Ященко В. Математичне моделювання навантаження пружного БПЛА на посадці // Повітряна міць України. – 2024. – № 2(7). – С. 18–23. – DOI: 10.33099/2786-7714-2024-2-7-18-23. .

Смутчак З. В., Дорошенко Т. М., Стеннікова В. В. Аеропорти-хаби як засоби вдосконалення авіаційно транспортної інфраструктури регіону MID. Науковий вісник Льотної академії. Серія : Економіка, менеджмент та право. 2021. Вип. 5. С. 92–101.

УДК 004.9

С. С. Терьошина, викладач[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: svetlana.tereshina@krfk.kai.edu.ua

Аналіз геоінформаційних систем у транспортній галузі

У сучасних умовах розвитку інформаційного суспільства особливого значення набуває використання інформаційних технологій у транспортній галузі. Ефективне управління транспортними потоками, оптимізація логістичних процесів та підвищення безпеки перевезень значною мірою залежать від використання сучасних систем обробки та аналізу просторових даних. Одним із найбільш перспективних напрямів у цій сфері є використання геоінформаційних систем (ГІС), які дозволяють інтегрувати, аналізувати та візуалізувати географічну інформацію.

Геоінформаційні системи представляють собою комплекс програмних засобів, методів та технологій, призначених для збору, зберігання, обробки, аналізу та відображення просторових даних. Вони широко застосовуються у різних галузях, зокрема у міському плануванні, екології, енергетиці, логістиці та транспорті.

Транспортна галузь є однією з тих сфер, де застосування геоінформаційних систем дозволяє значно підвищити ефективність управління інфраструктурою та транспортними потоками. За допомогою ГІС можна виконувати аналіз дорожньої мережі, моделювання транспортних потоків, планування маршрутів перевезень, а також моніторинг стану транспортної інфраструктури.

Однією з ключових переваг геоінформаційних систем є можливість обробки великих обсягів просторових даних та їх наочного відображення у вигляді карт, схем або моделей. Це дозволяє спеціалістам швидко оцінювати ситуацію на транспортній мережі та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Крім того, використання ГІС дозволяє здійснювати оптимізацію маршрутів перевезень, що сприяє зменшенню витрат пального, скороченню часу доставки вантажів та зниженню навантаження на транспортну інфраструктуру.

Серед найбільш поширених геоінформаційних систем, які використовуються у транспортній сфері, можна виділити такі програмні продукти, як ArcGIS, QGIS та OpenStreetMap. Ці системи надають широкий набір інструментів для роботи з просторовими даними та їх аналізу.

Система ArcGIS є однією з найбільш потужних комерційних геоінформаційних платформ, яка широко застосовується у державному управлінні, транспортному плануванні та логістиці. Вона забезпечує

можливість створення складних просторових моделей, аналізу транспортних потоків та інтеграції з іншими інформаційними системами.

Іншою популярною системою є QGIS – відкрита геоінформаційна платформа, яка активно використовується у наукових дослідженнях та освітній діяльності. Вона дозволяє працювати з різними форматами географічних даних та створювати власні геоінформаційні проєкти.

Окремої уваги заслуговує проєкт OpenStreetMap, який представляє собою відкриту карту світу, створену спільнотою користувачів. Цей ресурс широко використовується у навігаційних системах, транспортних сервісах та логістичних платформах.

Застосування геоінформаційних систем у транспортній галузі має ряд важливих переваг. По-перше, вони забезпечують ефективне управління транспортною інфраструктурою завдяки можливості аналізу просторових даних та прогнозування транспортних потоків.

По-друге, використання ГІС сприяє підвищенню безпеки дорожнього руху, оскільки дозволяє аналізувати аварійність на окремих ділянках доріг та визначати небезпечні зони. На основі отриманих даних можна розробляти заходи щодо покращення організації дорожнього руху.

По-третє, геоінформаційні системи дозволяють здійснювати ефективне планування розвитку транспортної інфраструктури. Це включає проєктування нових доріг, модернізацію існуючих транспортних мереж та оптимізацію роботи громадського транспорту.

Отже, геоінформаційні системи відіграють важливу роль у сучасній транспортній галузі. Вони дозволяють ефективно аналізувати транспортні мережі, оптимізувати маршрути перевезень та підвищувати безпеку дорожнього руху. Використання таких систем сприяє підвищенню ефективності управління транспортною інфраструктурою та розвитку інтелектуальних транспортних систем.

У майбутньому роль геоінформаційних систем у транспортній сфері буде лише зростати, оскільки розвиток цифрових технологій, супутникової навігації та великих даних відкриває нові можливості для аналізу та управління транспортними процесами.

Список використаних джерел

1. Бурячок В. Л., Соколов В. Ю. Геоінформаційні системи та технології. – Київ : НАУ, 2018. – 312 с.

2. Дорошенко Ю. О. Геоінформаційні системи: навчальний посібник. – Київ : КНУБА, 2019. – 256 с.

3. Ляшенко О. М., Гриценко В. І. Інформаційні технології в транспортних системах. – Київ : Логос, 2017. – 298 с.

4. Longley P., Goodchild M., Maguire D., Rhind D. Geographic Information Systems and Science. – 4th ed. – Chichester : Wiley, 2015. – 520 p.

5. Heywood I., Cornelius S., Carver S. An Introduction to Geographical Information Systems. – London : Pearson Education, 2011. – 436 p.

6. QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System: User Guide. – Open Source Geospatial Foundation, 2023. – URL: https://qgis.org

7. ESRI. ArcGIS System Overview. – ESRI Press, 2022. – URL: https://www.esri.com

8. Haklay M., Weber P. OpenStreetMap: User-Generated Street Maps // IEEE Pervasive Computing. – 2008. – Vol. 7, №4. – P. 12–18.

9. Rodrigue J.-P., Comtois C., Slack B. The Geography of Transport Systems. – 4th ed. – New York : Routledge, 2020. – 456 p.

10.Goodchild M. Geographic Information Systems and Science // International Journal of Geographical Information Science. – 2018. – Vol. 32, №1. – P. 1–15.

15
Екологія

УДК 004.932:629.3.014:504.064
С. В. Бєглов, М. О. Петров, В. Ю. Рудченко, здобувачі освіти[1];
Д. В. Поліщук, к. т. н., доцент кафедри автомобільного транспорту та транспортних технологій[1]
[1]Філія Класичного приватного університету в місті Кременчук
E-mail: kpudmytro@gmail.com

Використання технологій комп'ютерного зору для виявлення транспортних засобів з надмірним димленням у міському потоці

Стрімкий розвиток концепції «розумного міста» (Smart City) та необхідність оперативного реагування на критичне погіршення стану атмосферного повітря вимагають впровадження принципово нових методів інтелектуального моніторингу транспортних потоків. В умовах щільної забудови та інтенсивного руху автомобільного транспорту, який залишається основним джерелом викидів дрібнодисперсних часток, токсичних газів та канцерогенів, ідентифікація конкретних транспортних засобів, що перебувають у незадовільному технічному стані, є ключовим викликом для муніципальних служб. Традиційні методи інструментального контролю на дорогах, які передбачають вибіркову зупинку автомобілів для проведення газоаналізу, мають суттєві недоліки: вони провокують виникнення заторів, потребують залучення значної кількості персоналу та охоплюють лише незначну частку реальних порушників. Технології комп'ютерного зору на базі глибоких нейронних мереж пропонують високоефективне альтернативне рішення — повністю автоматизовану дистанційну детекцію «димних» автомобілів безпосередньо у загальному потоці руху. Це дозволяє реалізувати сучасний принцип невідворотності відповідальності за недотримання екологічних норм, забезпечуючи безперервний контроль без жодних перешкод для дорожнього трафіку.

Комплексна розробка та наукове обґрунтування багаторівневої архітектури інтелектуальної системи автоматичного розпізнавання аномальних викидів відпрацьованих газів, що базується на методах глибокого машинного навчання, з метою радикального підвищення якості та масштабованості екологічного контролю в сучасних урбанізованих системах.

Технологічний фундамент запропонованої системи базується на використанні сучасних згорткових нейронних мереж (CNN), які проходять етап попереднього тренування на спеціалізованих масивах відеоданих для ідентифікації специфічних візуальних ознак задимлення. Алгоритм функціонує за принципом динамічної сегментації об'єктів у кадрі: на першому етапі нейромережа здійснює детекцію та супровід транспортного засобу, після чого виділяє цільову зону безпосередньо за вихлопною трубою для аналізу структури повітряного потоку. Використання передових архітектур, таких як YOLOv8 або Mask R-CNN, дозволяє системі з високою

точністю диференціювати типи викидів за їхнім спектральним забарвленням та щільністю: чорний дим вказує на багату паливну суміш або несправність турбокомпресора, сизий — на потрапляння мастила в камеру згоряння через знос циліндро-поршневої групи, а густий білий — на можливий витік антифризу. Ключовим елементом системи є її повна інтеграція з комплексами автоматичного розпізнавання номерних знаків (ANPR), що дає змогу в автоматичному режимі формувати доказову базу для кожного виявленого порушення, підтягуючи дані про технічні характеристики та рік випуску конкретного автомобіля. Важливим аспектом є використання мультиспектрального аналізу: поєднання видимого діапазону з інфрачервоним дозволяє системі стабільно працювати в умовах недостатнього освітлення, туману чи дощу, ідентифікуючи температурні аномалії вихлопу, що корелюють із викидами незгорілого палива. Такий підхід стимулює автоперевізників та приватних власників до превентивного технічного обслуговування агрегатів, оскільки система дозволяє виявляти несправності на ранніх стадіях, коли вони ще не є очевидними для людського ока, але вже завдають значної шкоди навколишньому середовищу.

Практичне впровадження технологій комп'ютерного зору в загальноміську систему екологічного моніторингу демонструє безпрецедентний рівень ефективності та можливості швидкої масштабованості на всю дорожню мережу регіону. Створення єдиної мережі інтелектуальної відеодетекції дозволяє ідентифікувати до 95% автомобілів із критично високим рівнем задимлення, повністю усуваючи людський чинник та суб'єктивність під час оцінки технічного стану транспорту. Отримані аналітичні дані стають основою для формування стратегій сталого розвитку, даючи змогу муніципалітетам проектувати зони з низьким рівнем викидів (Low Emission Zones) та оптимізувати маршрути громадського транспорту. Подальші дослідження у цьому напрямку мають бути зосереджені на використанні хмарних обчислень для обробки великих даних (Big Data) та вдосконаленні алгоритмів для роботи в умовах надвисокої щільності трафіку, що сприятиме фундаментальному покращенню якості життя мешканців міст та поступовому переходу до стандартів справжньої «зеленої» мобільності в умовах техногенного навантаження нашого століття.

Список використаних джерел

1. Карнидал, М. С. Метод виявлення та класифікації транспортних засобів на основі комп'ютерного зору = Method for Detection and Classification of Vehicles Based on Computer Vision : кваліфікаційна робота : спец. 122 – комп'ютерні науки освітньо-професійна програма – комп'ютерні науки / Михайло Сергійович Карнидал ; наук. керівник к.т.н., доц. Д. І. Загородня. Тернопіль : ЗУНУ, 2024. 79 с. URL: http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/53322

УДК 332.2 : 351.777.6

А. М. Гарбар, здобувач освіти 2 курсу[1];
Л. М. Карпенко, викладач вищої категорії[1]
[1]Слов'янський фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: harbar.andrii@sfk.nau.edu.ua; karpenko.larysa@sfk.nau.edu.ua

Екологічні виклики сучасної авіації та шляхи їх подолання

Авіаційна галузь є фундаментальною складовою глобальної транспортної інфраструктури, що забезпечує швидкісне переміщення пасажирів та вантажів. Проте експоненційне зростання обсягів авіаперевезень у XXI столітті призвело до пропорційного збільшення антропогенного навантаження на біосферу. Специфіка авіації як сектора, що важко піддається декарбонізації (відноситься до категорії «hard-to-abate»), зумовлена безальтернативною потребою в енергоносіях із надвисокою питомою щільністю енергії. Метою даної роботи є системний аналіз екологічного сліду галузі на основі концепції оцінки життєвого циклу (Life Cycle Assessment, LCA) та наукове обґрунтування технологічних, операційних і економічних шляхів досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року (стратегія «Net Zero 2050»).

Кліматичний вплив цивільної авіації має складну, багатовимірну природу. На відміну від наземних транспортних засобів, реактивні двигуни літаків здійснюють емісію продуктів згоряння безпосередньо у верхній тропосфері та нижній стратосфері (на крейсерських висотах 9–12 км). Цей фактор критично змінює характер взаємодії викидів з атмосферою, запускаючи каскад фотохімічних реакцій. Зокрема, викиди оксидів азоту (NO_x) в умовах інтенсивного сонячного випромінювання на великих висотах каталізують утворення тропосферного озону (O_3) — локального, але надзвичайно агресивного парникового газу. Водночас NO_x прискорюють розпад іншого парникового газу — метану (CH_4). У Таблиці 1 представлено порівняльний аналіз компонентів емісії. В наведених даних чітко видно диференціацію прямого впливу довгоживучого вуглекислого газу (CO_2) від короткоживучих, але інтенсивних не-вуглецевих чинників (Non-CO_2 effects), які, за оцінками EASA, генерують до 60% сумарного позитивного радіаційного форсингу (нагрівання) від авіації.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика впливу компонентів авіаційних емісій на клімат

Компонент викидів	**Тривалість в атмосфері**	**Тип впливу на клімат**	**Ступінь вивченості**
Вуглекислий газ (CO_2)	100+ років	Нагрівання (Парниковий ефект)	Високий
Оксиди азоту (NOx)	Дні / Тижні	Складний (зміна рівнів O_3 та CH_4)	Середній
Інверсійні сліди	Години	Нагрівання (вночі) / Охолодження (вдень)	Низький / Середній
Сажа (Solid particles)	Дні	Утворення ядер конденсації для хмар	Середній
Водяна пара	Дні	Слабке нагрівання	Високий

Слід зазначити, що розв'язання проблеми глобального потепління неможливо звести лише до скорочення емісії вуглецю. Необхідне впровадження комплексного атмосферного моніторингу та уникнення польотів у зонах пересиченого льодом повітря (Ice Supersaturated Regions) для запобігання утворенню інверсійних слідів.

Головним технологічним викликом сьогодення є поступова відмова від традиційного авіаційного палива марок Jet A та Jet A-1 на користь альтернативних енергоносіїв. У сучасній науці розглядаються три магістральні вектори розвитку: впровадження сталого авіаційного палива (Sustainable Aviation Fuel, SAF), перехід на водневу енергетику та розробка акумуляторних систем. Порівняємо фізико-хімічні та технічні параметри цих альтернатив (Таб.2)

Таблиця 2**.** Техніко-екологічні параметри перспективних авіаційних палив

Тип енергоносія	**Питома енергія (МДж/кг)**	**Емісія CO_2 (кг на 1 кг палива)**	**Головна перевага**	**Основний недолік**
Авіаційний гас (Jet A-1)	43.1	3.15	Висока щільність енергії	Високі викиди парникових газів
Біопаливо (SAF)	42.8	0.6 – 0.8*	Не потребує зміни двигунів	Висока собівартість (у 3-5 разів дорожче)

Рідкий водень	120.0	0	Найвища енергоефективність	Потребує кріогенних баків (-253°C)
Li-ion акумулятор	0.7 – 0.9	0	Відсутність викидів	Надзвичайно велика вага

Так, як електрифікація магістральної авіації найближчими десятиліттями неможлива. SAF (зокрема, синтезоване за технологією HEFA або як e-fuels) є оптимальним рішенням типу «drop-in», що не вимагає модифікації двигунів.

Своєю чергою, водень, маючи феноменальну питому енергію (120 МДж/кг), вимагає повного перепроєктування повітряних суден. Оскільки рідкий водень має низьку об'ємну щільність, літаки потребуватимуть масивних сферичних баків, що неможливо розмістити у крилах (як це робиться сьогодні). На Рисунку 1 наведено концепцію Airbus ZEROe, яка ілюструє необхідність подовження фюзеляжу для розміщення кріогенних систем за пасажирським салоном.

Рис. 1. Концептуальна модель водневого літака майбутнього (ZEROe)

Декарбонізації можна досягти шляхом підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) самих літальних апаратів. Ключовим напрямом є використання полімерних композитних матеріалів (вуглепластиків), які дозволили б знизити масу планера сучасних літаків на 20-25% порівняно з алюмінієвими аналогами.

У Таблиці 3 наведено динаміку паливної ефективності. Як бачимо, еволюція двоконтурних турбореактивних двигунів (збільшення ступеня двоконтурності) та покращення аеродинамічної якості призвели до зниження споживання палива. Перспективним кроком у майбутнє є перехід від

класичної схеми «фюзеляж-крило» до інтегральної концепції «літаюче крило» (Blended Wing Body, BWB), що дозволить додатково знизити аеродинамічний опір на 15-20%.

Таблиця 3. Динаміка паливної ефективності пасажирських повітряних суден

Модель літака	**Рік початку експлуатації**	**Споживання палива (л / 100 пасажиро-км)**	**Технологічний етап**
Ту-154М	1982	6.2 – 6.5	Базовий рівень (низька ефективність)
Boeing 737-800	1998	2.5 – 3.0	Покращена аеродинаміка та двигуни
Airbus A320neo	2016	2.0 – 2.2	Нові двигуни з високим ступенем двоконтурності
Boeing-787 Dreamliner	2011	2.1 – 2.3	Використання композитів (вуглепластик)
Прогноз (Hybrid/Electric)	2035+	< 1.5	Повна або часткова електрифікація

Додатковим резервом екологізації є оптимізація повітряного руху. Впровадження програм Free Route Airspace (FRA) дозволяє авіакомпаніям обирати найкоротші траєкторії, що знижує споживання палива на 5–10%. Також важливу роль відіграють регуляторні механізми ICAO, зокрема програма CORSIA, яка зобов'язує перевізників компенсувати надлишкові викиди. У контексті організації повітряного руху європейська програма SESAR та концепція Free Route Airspace (FRA) руйнують застарілу систему фіксованих повітряних коридорів. Дозволяючи пілотам прокладати прямі маршрути між точками входу та виходу з повітряного простору з урахуванням висотних вітрів, досягається економія авіапального в масштабах Європи до 500 000 тонн щорічно.

Ще одним фактором негативного впливу авіації на екосистеми та здоров'я людей є шумове забруднення в районі аеропортів. Відповідно до стандартів ICAO , сучасна авіація повинна застосовувати процедури безперервного зниження (Continuous Descent Operations, CDO). На відміну від традиційного ступінчастого підходу, CDO дозволяє літаку знижуватися в режимі малого газу двигунів (подібно до планера), що суттєво зменшує як

рівень шуму, так і емісію забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери.

Економіко-регуляторні інструменти: CORSIA та EU ETS. Технологічні інновації потребують фінансового стимулювання. З цією метою на рівні ICAO діє система компенсації та скорочення викидів вуглецю для міжнародної авіації (CORSIA). Вона функціонує як глобальний ринковий механізм, що зобов'язує авіаперевізників купувати екологічні офсети (вуглецеві кредити) для компенсації будь-якого зростання емісії порівняно з базовим рівнем 2019 року. На регіональному рівні найсуворішою системою є Європейська система торгівлі викидами (EU ETS), яка створює економічний тиск на авіакомпанії, змушуючи їх оновлювати флот і використовувати дорожче, але екологічно чисте SAF, оскільки вартість квот на викид CO_2 невпинно зростає.

Отже, декарбонізація авіаційної галузі становить комплексну науково-технічну та економічну проблему. Але кліматичний вплив авіації формується не лише викидами CO_2 , а й висотними фізико-хімічними процесами (інверсійні сліди, утворення озону), що потребує міждисциплінарного підходу до вирішення проблеми. Довгострокова стратегія вимагає консолідації зусиль урядів та виробників для створення інфраструктури зберігання та транспортування рідкого водню, який має потенціал стати основним енергоносієм для авіації другої половини XXI століття. В умовах сьогодення стале авіаційне паливо (SAF) є єдиним практично досяжним шляхом суттєвого (до 80%) скорочення викидів у атмосферу..

Список використаних джерел

1. Бондар О.І., Новосельська Л.П., Іващенко Т.Г., Основи біологічної безпеки (екологічна складова). – Херсон: ФОП Гринь Д.С., 2014. 324 с.

2. Екологічна безпека авіаційної діяльності: навчальний посібник / уклад. викл. каф. екології. Київ: НАУ, 2024. 256 с. Режим доступу: https://er.nau.edu.ua/

3.Машков О.А., Жукаускас СВ., Нігородова С.А., Міхеєв В.С. Розвиток теорії функціональної стійкості екологічних систем, як стійкості функціонала екологічної безпеки / Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.ДЕА, 2019, С. 62–76 whitepaper. URL: https://www.airbus.com/en/innovation/zero-emission/hydrogen/zeroe

4. 2. ICAO (2022). Environmental Report: Innovations for a Green Recovery. Montreal: International Civil Aviation Organization. URL: https://www.icao.int/environmental-protection/pages/envreport2022.aspx

УДК 629.34:504.054
О. П. Куць, Н. І. Мартинюк, А. Ю. Осипов, здобувачі освіти[1];
Д. В. Поліщук, к. т. н., доцент кафедри автомобільного транспорту та транспортних технологій[1]
[1]Філія Класичного приватного університету в місті Кременчук
E-mail: kpudmytro@gmail.com

Вплив рельєфу місцевості та дорожніх умов на токсичність відпрацьованих газів під час експлуатації вантажівок

Проблема мінімізації негативного техногенного впливу важкого комерційного транспорту на стан атмосферного повітря набуває особливої гостроти в умовах глобальних кліматичних змін та посилення екологічних стандартів. Традиційні методики оцінки викидів шкідливих речовин часто базуються на результатах стендових випробувань двигунів у стандартизованих циклах, які не повною мірою враховують реальні умови експлуатації вантажівок категорії N3. Одними з найбільш вагомих чинників, що визначають фактичну токсичність відпрацьованих газів, є морфометричні характеристики рельєфу місцевості та якісні параметри дорожнього покриття. Зміна профілю дороги безпосередньо впливає на навантажувальний режим роботи силової установки, що призводить до значних коливань у концентрації оксидів азоту (NO_x), оксиду вуглецю (CO) та твердих часток (PM). Розуміння закономірностей цього впливу є фундаментальною основою для розробки інтелектуальних систем управління рухом та оптимізації маршрутів у логістичних мережах з метою зниження екологічних збитків.

Комплексний аналіз взаємозв'язку між параметрами дорожнього мікропрофілю, кутами нахилу полотна дороги та динамікою викидів шкідливих речовин дизельними двигунами вантажних автомобілів для розробки рекомендацій щодо підвищення екологічної безпеки перевезень.

Експлуатація вантажних автомобілів на ділянках зі складним рельєфом супроводжується постійною зміною крутного моменту та частоти обертання колінчастого валу двигуна. Під час руху на підйом енергоспоживання зростає пропорційно куту нахилу, що вимагає збагачення паливо-повітряної суміші та призводить до різкого стрибка температури в камері згоряння. Це створює ідеальні умови для інтенсивного утворення термічних оксидів азоту, концентрація яких на затяжних підйомах може перевищувати показники при рівномірному русі у 3-5 разів. Навпаки, рух на спуск у режимі примусового холостого ходу або гальмування двигуном мінімізує паливоподачу, проте часто супроводжується охолодженням систем нейтралізації відпрацьованих газів, що знижує їхню ефективність при наступному переході до навантажувального режиму. Окрім макрорельєфу, суттєвий вплив мають дорожні умови, зокрема коефіцієнт опору коченню, який залежить від типу та стану покриття. Нерівності дорожнього полотна спричиняють додаткові

вібраційні навантаження на трансмісію та викликають нерівномірну роботу паливної апаратури через постійне корегування швидкості водієм або системами круїз-контролю. Дослідження показують, що експлуатація вантажівки на дорозі з незадовільним станом покриття збільшує сумарні викиди вуглеводнів (CH) на 15–20% через часті перехідні режими роботи двигуна. Сучасні системи телематики та використання предиктивного управління (Predictive Powertrain Control) дозволяють завчасно адаптувати стратегію перемикання передач до профілю дороги, що забезпечує стабілізацію робочих температур нейтралізаторів та зниження питомих викидів токсикантів.

Рельєф місцевості та якість дорожнього покриття є домінуючими зовнішніми чинниками, що визначають реальний рівень токсичності відпрацьованих газів вантажних автомобілів. Встановлено, що найбільший екологічний ризик становлять ділянки з градієнтом нахилу понад 4%, де концентрація NO_x та дисперсних часток досягає критичних значень. Результати дослідження підкреслюють необхідність інтеграції цифрових карт рельєфу високої роздільної здатності в алгоритми керування рухом автономних та напівавтономних транспортних засобів. Це дозволить не лише зменшити споживання палива, а й забезпечити дотримання екологічних норм у реальних умовах експлуатації, нівелюючи негативний вплив складних дорожніх умов. Подальші розробки в цьому напрямку мають бути зосереджені на створенні динамічних моделей прогнозування викидів, які враховуватимуть не лише параметри дороги, а й поточну завантаженість автомобіля та метеорологічну ситуацію.

Список використаних джерел

2. Ko, S., Park, J., Kim, H., Kang, G., Lee, J., Kim, J., & Lee, J. (2020). NOx Emissions from Euro 5 and Euro 6 Heavy-Duty Diesel Vehicles under Real Driving Conditions. *Energies*, *13*(1), 218. DOI: https://doi.org/10.3390/en13010218

УДК 620.92
В. Д. Назаренко, здобувач освіти[1]; В. О. Бойко, здобувач освіти[1];
О. А. Шайтанова, викладач[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: drpbk.info@gmail.com

Розвиток альтернативної енергетики та її екологічне значення

У сучасному світі питання енергетики є дуже актуальним. Значна частина електроенергії виробляється за рахунок викопного палива. Це призводить до забруднення навколишнього середовища та негативно впливає на клімат. Саме тому розвиток альтернативної енергетики стає важливим напрямом розвитку енергетичної галузі.

Альтернативна енергетика це виробництво енергії з відновлюваних джерел. До них належать сонячна енергія, енергія вітру, води, біомаси та геотермальна енергія. Вони не виснажуються і мають значно менший негативний вплив на довкілля.

Сонячна енергетика є одним з найпоширеніших напрямів. Сонячні панелі перетворюють сонячне випромінювання на електричну енергію. Такі системи можуть використовуватися як у приватних будинках, так і на великих електростанціях. Перевагою сонячної енергетики є відсутність шкідливих викидів під час роботи. Крім того, такі установки потребують мінімального обслуговування та мають тривалий термін експлуатації.

Вітрова енергетика також активно розвивається. Вітрові турбіни виробляють електроенергію за рахунок сили вітру. Це дозволяє отримувати енергію без використання палива. Будівництво вітрових електростанцій доцільне у регіонах з постійними вітрами. Вони є екологічно чистими і не забруднюють атмосферу.

Важливим напрямом є також гідроенергетика. Вона використовує енергію води для виробництва електроенергії. Хоча великі гідроелектростанції можуть впливати на екосистеми, малі ГЕС мають менший вплив на природу.

Біоенергетика базується на використанні органічних відходів. Це дозволяє одночасно отримувати енергію та вирішувати проблему утилізації відходів.

Екологічне значення альтернативної енергетики є дуже важливим. Вона допомагає зменшити кількість шкідливих викидів у атмосферу та покращити якість повітря.

Також використання відновлюваних джерел сприяє зменшенню парникового ефекту та уповільненню змін клімату.

Для України розвиток альтернативної енергетики має стратегічне значення. Це дозволяє зменшити залежність від імпортних енергоресурсів та підвищити енергетичну безпеку. У багатьох регіонах вже будуються сонячні

та вітрові електростанції, що свідчить про розвиток цієї галузі. В Україні альтернативна енергетика розвинена нерівномірно. Найбільша кількість сонячних електростанцій зосереджена у центральних та південних регіонах. До них належать Дніпропетровська, Миколаївська, Вінницька, Київська, Хмельницька та Івано-Франківська області. Саме ці регіони мають найбільш сприятливі умови для використання сонячної енергії.

Вітрова енергетика найбільше розвинена на півдні та сході України, зокрема у Запорізькій, Херсонській та Донецькій областях. Це пов'язано з наявністю сильних і стабільних вітрів. До початку повномасштабної війни в Україні працювали десятки вітрових електростанцій.

Однак війна суттєво вплинула на розвиток альтернативної енергетики. Значна частина об'єктів розташована саме у південних та східних регіонах, які постраждали від бойових дій або опинилися під окупацією. Унаслідок цього Україна втратила близько 90% потужності вітрової енергетики та до 40–50% сонячної генерації.

Крім того, частина електростанцій була пошкоджена або повністю зруйнована внаслідок обстрілів. За різними оцінками, понад 30% об'єктів відновлюваної енергетики тимчасово не працювали через війну.

Також значна частина потужності опинилася на тимчасово окупованих територіях. Наприклад, близько 80% вітрової енергетики залишилось поза контролем України, а частина сонячних електростанцій була пошкоджена або знищена. Загалом енергетична інфраструктура України зазнала тисячі атак, що призвело до значних втрат генеруючих потужності.

Отже, незважаючи на значні втрати, альтернативна енергетика в Україні продовжує розвиватися. Вона відіграє важливу роль у відновленні енергосистеми та забезпеченні енергетичної незалежності країни.

Список використаних джерел

1. Бойко В.С. Відновлювана енергетика. Київ: Наукова думка, 2019.
2. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Київ: НТУУ КПІ, 2020.
3. Шидловський А.К. Енергетика та екологія. Київ: Техніка, 2018.
4. IEA. Renewable Energy Market Update 2023.

УДК 504.064.2:004.7:625.7
В. О. Повар, Д. О. Ребров, Р. Ю. Калашник, здобувачі освіти[1];
Д. В. Поліщук, к. т. н., доцент кафедри автомобільного транспорту
та транспортних технологій[1]
[1]Філія Класичного приватного університету в місті Кременчук
E-mail: kpudmytro@gmail.com

Екологічний моніторинг придорожніх територій за допомогою сенсорних мереж IoT та аналіз динаміки концентрації оксидів азоту

Глобальні процеси урбанізації та супутнє їм стрімке зростання інтенсивності руху автомобільного транспорту в сучасних мегаполісах і промислових центрах призводять до критичного погіршення стану приземного шару атмосфери. Саме в цій зоні, де безпосередньо перебувають люди, концентрація токсичних домішок часто у кілька разів перевищує встановлені законодавством гранично допустимі норми. Серед широкого спектра забруднюючих речовин антропогенного походження оксиди азоту (NO, NO_2) посідають особливе місце через свою надзвичайно високу реакційну здатність, здатність виступати прекурсорами для утворення фотохімічного смогу та прямий деструктивний вплив на респіраторну і серцево-судинну системи людини. Традиційні методи державного моніторингу, що базуються на нечисленних стаціонарних постах спостереження, мають суттєві недоліки, зокрема низьку просторову розрізненість і нездатність відобразити реальну динамічну картину розподілу токсикантів на складних ділянках дорожньої мережі, таких як багаторівневі розв'язки, підземні тунелі чи вузькі «вуличні каньйони» зі слабкою аерацією. Це зумовлює гостру наукову та практичну потребу у розробці та впровадженні інноваційних автономних систем безперервного контролю.

Поглиблене дослідження методології розгортання масштабованих сенсорних мереж на базі архітектури Інтернету речей (IoT) для високоточного моніторингу концентрації оксидів азоту в придорожніх зонах, а також детальний аналіз часової та просторової динаміки поширення забруднювачів залежно від щільності транспортних потоків, технічного стану парку автомобілів та мінливих метеорологічних чинників.

Технологічна концепція пропонованого комплексного рішення базується на створенні багаторівневої мережі інтелектуальних вимірювальних вузлів, кожен з яких оснащений блоком високоселективних електрохімічних сенсорів, модулем супутникової навігації для точної геоприв’язки даних та енергоефективним мікропроцесорним пристроєм для первинної обробки і передачі інформації. Розміщення таких малогабаритних вузлів на об’єктах існуючої міської інфраструктури, зокрема на опорах вуличного освітлення, дорожніх знаках, рекламних конструкціях чи зупинкових комплексах, дозволяє з мінімальними капітальними витратами сформувати надзвичайно

щільне інформаційне поле навколо найбільш завантажених автомагістралей та житлових масивів. Бездротова передача даних здійснюється через сучасні протоколи низької потужності, такі як LoRaWAN або NB-IoT, що гарантує стабільний зв'язок та тривалу автономну роботу пристроїв навіть у складних умовах щільної міської забудови. Подальша обробка колосальних обсягів отриманої інформації у спеціалізованих хмарних сховищах із застосуванням алгоритмів штучного інтелекту дає змогу будувати динамічні цифрові карти забруднення, що оновлюються щосекунди та наочно демонструють процеси поширення шкідливих домішок. Експериментальні дані, отримані під час польових досліджень, підтверджують пряму і дуже жорстку залежність між фазами роботи світлофорних об'єктів і піками локальної концентрації NO_x, оскільки найбільша кількість токсичних викидів генерується двигунами внутрішнього згоряння саме під час перехідних режимів – розгону після вимушеної зупинки та тривалого очікування на холостому ходу.

Створення та розвиток розгалужених IoT-мереж для екологічного контролю придорожніх територій є стратегічно важливим кроком у глобальній трансформації сучасної транспортної системи в екологічно безпечну, прозору та повністю цифровізовану структуру. Отримані результати моніторингу стають фундаментальною базою для розробки довгострокових регіональних стратегій декарбонізації міст, наукового обґрунтування маршрутів екологічного громадського транспорту та проектування ефективних «зелених щитів» і захисних екранів уздовж магістралей. Повна інтеграція систем екологічного моніторингу з міськими сервісами управління дозволяє мінімізувати негативний вплив шкідливих викидів на найбільш вразливі верстви населення, забезпечуючи принципово нову якість міського середовища та сприяючи успішній реалізації концепції «розумного та чистого міста» (Smart & Clean City) в умовах сучасного техногенного тиску.

Список використаних джерел

3. Пархоменко, М. М. (2025). Моніторинг навколишнього середовища за допомогою IoT : дипломна робота бакалавра : 172 Телекомунікації та радіотехніка. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 81 с.URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/77116

4. Середа М. О. (2023). Сенсорна iot-мережі для моніторингу якості повітря: кваліфікаційна магістерська робота : Чорноморський нац. ун-т ім. Петра Могили, Миколаїв, 97 с. URL:https://krs.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2738/1/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%20.pdf

5. ElassyM., Al-HattabM., TakruriM., BadawiS. (2024). Intelligent transportation systems for sustainables martcities. Transportation Engineering. Volume 16. 100252. DOI: https://doi.org/10.1016/j.treng.2024.100252

УДК 504.064:629.735.33:665.6
А. В. Реута, старший викладач[1]; І. О. Дєрябіна, старший викладач[1]
[1]Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ
E-mail: reutaalla@gmail.com; deriabinainna75@gmail.com

Екологічний моніторинг та оцінка ризиків забруднення навколишнього середовища в зоні експлуатації об'єктів заправлення паливом дистанційно керованих безпілотних систем

Сучасний розвиток безпілотної авіації, зокрема дистанційно керованих безпілотних систем (БпС), супроводжується значним зростанням потреб у паливному забезпеченні та створенні спеціалізованих об'єктів для зберігання і заправлення авіаційного палива. Разом із технологічним прогресом виникають нові екологічні виклики, пов'язані з потенційним негативним впливом на довкілля під час експлуатації паливних комплексів. У зв'язку з цим актуальним є впровадження систем екологічного моніторингу та оцінки екологічних ризиків у районах розташування об'єктів заправлення безпілотних систем.

Паливозаправні комплекси, що забезпечують експлуатацію безпілотних літальних апаратів, включають резервуарні парки, транспортні засоби для транспортування пального, фільтраційні системи, трубопроводи та обладнання для безпосередньої заправки. Функціонування таких об'єктів пов'язане з потенційними джерелами забруднення атмосферного повітря, ґрунтів і водних ресурсів. Основними чинниками екологічного впливу є випаровування летких компонентів авіаційного палива, можливі витоки під час зберігання або транспортування, а також аварійні розливи пального.

Екологічний моніторинг у зоні експлуатації об'єктів заправлення паливом безпілотних систем передбачає систематичне спостереження за станом основних компонентів довкілля: атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих і підземних вод. Основними показниками контролю є концентрації нафтопродуктів, летких органічних сполук, продуктів згоряння палива та супутніх хімічних речовин. Систематичний контроль цих показників дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни екологічного стану території та вживати заходів щодо їх усунення.

Нормативно-правове регулювання екологічної безпеки під час експлуатації паливних об'єктів базується на національних та міжнародних стандартах. На міжнародному рівні значну роль відіграють рекомендації Міжнародної організації цивільної авіації, які передбачають розроблення комплексних заходів щодо зменшення негативного впливу авіаційної діяльності на довкілля, зокрема скорочення викидів та підвищення ефективності використання палива. International Civil Aviation Organization визначає глобальні цілі підвищення паливної ефективності та зменшення

викидів авіаційної галузі, що реалізуються через міжнародні програми екологічного управління та моніторингу [1].

Крім того, у країнах Європейського Союзу діє система екологічного регулювання авіаційної галузі, що передбачає обов'язковий моніторинг, звітність і верифікацію викидів парникових газів, а також стимулювання використання більш екологічних видів авіаційного палива. Важливу роль у формуванні екологічної політики відіграє European Union Aviation Safety Agency, яка розробляє правила та рекомендації щодо безпечного та екологічно відповідального використання авіаційного палива [2].

Міжнародна практика показує, що одним із ключових елементів забезпечення екологічної безпеки є створення системи попередження витоків та аварійних розливів палива. Відповідно до міжнародних екологічних рекомендацій для аеропортової інфраструктури, резервуари для зберігання пального повинні обладнуватися системами вторинного захисту, а оператори мають розробляти плани реагування на аварійні ситуації, пов'язані з розливами нафтопродуктів [3].

Особливу небезпеку становлять випадки аварійного витоку або розливу авіаційного палива, які можуть призводити до довготривалого забруднення ґрунтів і підземних вод. Навіть незначні витоки палива з резервуарів, трубопроводів або заправного обладнання можуть спричинити накопичення нафтопродуктів у ґрунтовому середовищі. За міжнародними дослідженнями, екологічні ризики паливозаправних операцій можуть виникати внаслідок поступових витоків із резервуарів, пошкодження трубопроводів або аварій під час заправлення техніки [4-5].

Окрему небезпеку становить випаровування летких компонентів авіаційного палива, які можуть формувати токсичні концентрації у повітрі. Такі речовини здатні негативно впливати на стан атмосферного повітря, здоров'я персоналу та населення прилеглих територій. Крім того, накопичення паливних випарів створює підвищений ризик виникнення пожеж або вибухів у зоні експлуатації паливних об'єктів.

Використання безпілотних систем, що працюють на традиційних авіаційних видах палива, також супроводжується додатковими екологічними ризиками. До них належать викиди продуктів згоряння пального, підвищене навантаження на атмосферне повітря, а також можливі аварії безпілотних апаратів із подальшим розливом палива. У випадку падіння безпілотного літального апарата із залишками пального можливе локальне забруднення ґрунту та поверхневих вод, що особливо небезпечно у природоохоронних або урбанізованих територіях.

У зв'язку з цим важливим напрямом сучасних досліджень є розроблення систем екологічного моніторингу, які поєднують інструментальні методи контролю, дистанційне зондування територій, автоматизовані системи збору даних та геоінформаційні технології. Такі системи дозволяють оперативно оцінювати екологічний стан території,

прогнозувати можливі ризики та розробляти ефективні заходи запобігання негативному впливу паливної інфраструктури.

Отже, екологічний моніторинг у зоні експлуатації об'єктів заправлення паливом дистанційно керованих безпілотних систем є важливою складовою забезпечення екологічної безпеки. Реалізація комплексних програм контролю та оцінки ризиків дозволяє мінімізувати негативний вплив паливних операцій на довкілля, своєчасно виявляти джерела забруднення та підвищувати рівень екологічної відповідальності під час експлуатації безпілотних авіаційних систем.

Список використаних джерел

1. Документи та рекомендації International Civil Aviation Organization щодо зменшення впливу авіації на довкілля.
2. Нормативні матеріали European Union Aviation Safety Agency щодо екологічного регулювання авіаційного палива.
3. Environmental, Health and Safety Guidelines for Airports – рекомендації щодо запобігання витокам і розливам палива.
4. Environmental Impacts of Fuel Handling in Airport Operations – аналіз екологічних ризиків паливних операцій.
5. ICAO Environmental Tools for monitoring aviation emissions and environmental impact.

УДК 629.33:66.097.3:504.06
В. В. Філоненко, Б. В. Філоненко, Є. М. Чепурний, здобувачі освіти[1];
Д. В. Поліщук, к. т. н., доцент кафедри автомобільного транспорту та транспортних технологій[1]
[1]Філія Класичного приватного університету в місті Кременчук
E-mail: kpudmytro@gmail.com

Оцінка ефективності каталітичних нейтралізаторів з пониженим вмістом дорогоцінних металів для бюджетних автомобілів

Проблема забезпечення високих екологічних стандартів, таких як Євро-5 та Євро-6, для масового сегмента бюджетних автомобілів залишається одним із найскладніших викликів для сучасного автомобілебудування. Ключовим вузлом очищення відпрацьованих газів є каталітичний нейтралізатор, ефективність якого традиційно базується на використанні металів платинової групи – платини (Pt), паладію (Pd) та родію (Rh). Висока волатильність цін на ці рідкоземельні ресурси на світових ринках суттєво підвищує собівартість виробництва транспортних засобів, що змушує інженерів та науковців шукати шляхи оптимізації хімічного складу активного шару. Основна наукова задача полягає у розробці таких нанокомпозитних матеріалів, які дозволили б радикально знизити масу дорогоцінних компонентів без втрати каталітичної активності щодо окиснення монооксиду вуглецю (CO), незгорілих вуглеводнів (CH) та відновлення оксидів азоту (NO_x) до безпечного молекулярного азоту. Це вимагає глибокого розуміння процесів гетерогенного каталізу на мікро- та нанорівнях, а також пошуку ефективних замінників серед оксидів перехідних металів, які здатні працювати у вкрай агресивному середовищі вихлопного тракту при високих температурах.

Сучасна оцінка ефективності бюджетних нейтралізаторів базується на комплексному аналізі їхньої здатності до деструкції токсикантів у різних режимах експлуатації двигуна. Одним із найбільш критичних параметрів є температура «light-off» – температурний поріг, при якому швидкість конверсії шкідливих газів досягає 50% від номінальної. Для систем із пониженим вмістом платиноїдів цей показник часто зміщений у зону вищих температур, що створює значні екологічні ризики під час холодного пуску двигуна, коли нейтралізатор ще не досяг робочого стану. Для нівелювання цього ефекту в бюджетних рішеннях застосовуються спеціальні добавки на основі оксидів церію (CeO_2) та цирконію (ZrO_2), які виступають у ролі «кисневих депо», забезпечуючи стабільність реакцій навіть при короткочасних відхиленнях складу паливо-повітряної суміші від стехіометричного співвідношення. Крім того, важливим аспектом є термічна стабільність підкладки, оскільки бюджетні варіанти часто використовують тонші керамічні стільники з підвищеною щільністю каналів для збільшення площі контакту, що, з одного

боку, покращує ефективність, а з іншого – підвищує ризик оплавлення при локальних перегрівах, викликаних пропусками запалювання або використанням неякісного палива з високим вмістом сірки.

Питання ресурсу та деградації активної поверхні є вирішальним при оцінці доцільності впровадження дешевших каталізаторів. Процес «отруєння» каталізатора сіркою та фосфором протікає значно швидше у системах з низьким вмістом родію, що призводить до поступового зниження селективності реакцій відновлення NO_x. Оцінка ефективності в таких умовах потребує тривалих циклічних випробувань на стендах, що імітують реальний пробіг автомобіля понад 100-150 тисяч кілометрів. Важливо враховувати, що бюджетні нейтралізатори мають вищу схильність до спікання наночастинок активних металів (синтерування), що призводить до незворотного зменшення активної площі поверхні та зростання гідравлічного опору у випускній системі. Це не лише погіршує екологічні показники, а й негативно впливає на паливну економічність та потужність двигуна через погіршення продувки циліндрів. Для контролю цих процесів у реальному часі сучасні бюджетні автомобілі оснащуються вдосконаленими алгоритмами бортової діагностики (OBD-II), які порівнюють сигнали від двох лямбда-зондів для визначення фактичної кисневої ємності та ефективності конверсії, що дозволяє вчасно виявити екологічну несправність та попередити водія.

Таким чином, розробка та оцінка ефективності каталітичних нейтралізаторів з пониженим вмістом дорогоцінних металів є компромісним шляхом, що потребує інтеграції високих технологій у виробництво доступних запчастин. Хоча на початкових етапах експлуатації такі системи можуть демонструвати показники, близькі до преміальних аналогів, їхня довговічність та стабільність характеристик залишаються чутливими до умов експлуатації та якості сервісного обслуговування. Подальший розвиток цього напрямку пов’язаний із використанням нових металоорганічних каркасних структур та вдосконаленням методів нанесення активного шару, що дозволить забезпечити надійний екологічний захист довкілля при збереженні конкурентної ціни на автомобільному ринку, сприяючи екологізації транспортного сектору без надмірного фінансового тиску на власників бюджетного транспорту.

Список використаних джерел

6. Johnson T., Joshi A. (2017). Review of Vehicle Engine Efficiency and Emissions. Conference: WCX™ 17: SAE World Congress Experience. DOI: https://doi.org/10.4271/2017-01-0907

16
Авіаційна і космічна медицина

УДК 613.69 : 004.92(083.94)
О. Є. Денисенко, здобувач освіти[1];
[1]Т. В. Грабовчак, викладач вищої категорії, методист[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: o.denysenko@kre.dp.ua

Досвід проектування медичного космічного модуля в Blender

Ідеєю роботи – Земля на зв'язку із медичним орбітальним модулем «БіоМед-1» (рис.1), є створення моделі спеціалізованого космічного простору з об'єктами для проведення медико-біологічних досліджень, що на сьогодні є важливою умовою збереження здоров'я та безпеки життєдіяльності екіпажів під час тривалих польотів.

Мета створення роботи – візуалізація технологій авіаційної та космічної медицини найближчого майбутнього, щоб дослідити впливи невагомості та радіації на організм людини. Надсилання на орбіту автономних медичних апаратів дозволить отримати нові знання про адаптацію фізіологічних систем та обрати надійні способи захисту здоров'я астронавтів. Також ці інноваційні біокапсули можуть надати користь у вигляді розробки нових ліків в умовах мікрогравітації. У майбутньому їх можливо використовувати як базові орбітальни шпиталі для створення нових міжпланетних кораблів. Є впевненість, що сучасне медичне обладнання в майбутньому допоможе, якісно і безпечно для людства, моніторити життєві показники, структуру ДНК та інші впливи космосу і передавати дані на Землю до подальшого опрацювання.

Рис. 1. Земля із «БіоМед-1»

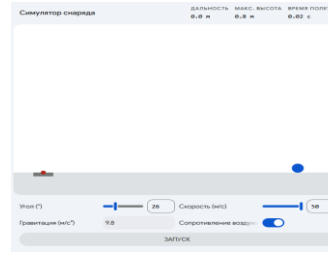


Рис. 2. Shading медичних поверхонь

Рис. 3. Створення фону

1. Проектування медичного космічного простору та об’єктів в Blender може бути захоплюючим творчим процесом та корисним завданням. Перш ніж починати моделювання потрібно знайти відомості про всі об’єкти. Наприклад, космічні центрифуги, барокамери, системи життєзабезпечення: їх розміри, форму, функції та інші технічні характеристики. Процес створення даної роботи включає об'ємну картину медичного модуля та дослідницького обладнання поруч із Землею. Умовно його можна поділити на сім етапів:

2. Створення основної капсули (відсіку). Застосовано згладжування для рівної внутрішньої поверхні. Потім накладено текстури в розділі «Shading», щоб надати їй більш реалістичного та стерильного вигляду (рис.2). Для цього використано кілька зображень, таких як основна світла текстура, відображення світла для металевих медичних поверхонь, текстура глибини та свічення індикаторів апаратури.

3. Створення орбітального фону навколо Землі. Використано текстуру космічного простору та налаштування освітленості для імітації умов низької навколоземної орбіти (рис.3).

4. Розроблено бази для систем життєзабезпечення модуля та панелей управління на ньому. Знайдено відповідну текстуру антибактеріального пластику і металу в інтернеті та застосовано її до панелей. Після опрацювання багатьох уроків з Blender на YouTube, зроблено освітлення всередині модуля більш холодним і чистим, щоб передати атмосферу медичної лабораторії. Світло у різних частинах модуля підкреслює зони діагностики та реабілітації.

5. Створення космічного середовища. Щоб надати простору за ілюмінатором більшої реалістичності додано маленькі білі крапки, схожі на зірки, що представляють інші далекі об’єкти. Врахувавши специфіку, також додано елементи зовнішньої обшивки станції та сонячні батареї.

6. Створення базової форми медичного обладнання (рис.4). Використано примітиви, такі як куби, циліндри або сфери, щоб створити основну форму діагностичних капсул та тренажерів для профілактики атрофії м'язів. За допомогою інструментів редагування мешів (полігонів) можливо легко моделювати та формувати дану апаратуру. Також слід звернути увагу на матеріали та текстури анатомічних крісел для астронавтів. Можна використовувати вбудовані матеріали Blender або створити власні.

Додано деталі, які роблять медичний відсік функціональним та реалістичним(рис.5). Це можуть бути монітори життєвих показників, роботизовані хірургічні маніпулятори, системи вентиляції, шлюзи та інше. Використано комбінацію примітивів та редагування мешів для створення цих складних біомедичних деталей.

Фінальні дотримання. Переглянута створена модель, перевірено, що всі ергономічні вимоги та деталі відповідають стандартам космічної медицини. Зроблено необхідні корекції освітлення та додано останні штрихи.

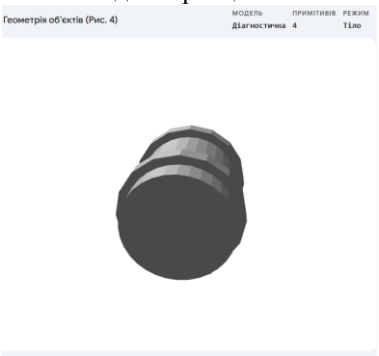


Рис. 4. Геометрія об’єктів

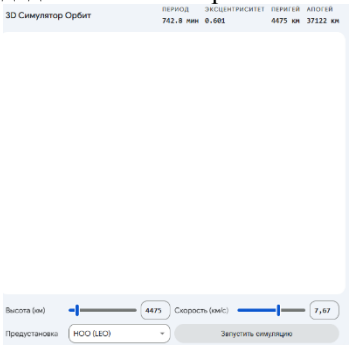


Рис. 5. Створення деталей

Висновки

Проектування медичного космічного модуля є креативним процесом, що дає можливість розкрити творчість та відобразити ідеї через власні модельні рішення. Blender надає широкі можливості для моделювання та створення складних ергономічних форм, що дає волю для реалізації будь-яких концепцій у сфері авіаційної та космічної медицини. Процес створення моделі дослідницького модуля допомагає розвивати технічні навички 3D-моделювання та використання програмного забезпечення, такого як Blender. Це включає роботу з мешами, текстурами, матеріалами та іншими інструментами, які дозволяють створювати складні, високотехнологічні 3D-об’єкти для охорони здоров'я в космосі.

Список використаних джерел

1. Blender Online Manual. (2024) Official documentation. https://docs.blender.org

2. Коваленко, В. В., & Сидоренко, О. І. (2019). Основи авіаційної та космічної медицини: вплив мікрогравітації на організм людини. Київ: Медвидав.

3. Хірургія та реанімація в умовах невагомості: концепції майбутнього. (2022). Журнал космічних досліджень та технологій, 8(2), 112-125.

17
Авіаційне і космічне право

УДК 006.034
М. М. Іващенко, старший викладач кафедри авіаційного транспорту[1];
Ю.В. Ратнакар, доцент кафедри авіаційного транспорту[1]
[1]Інститут цивільної авіації Харківського національного університету
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
E-mail: ivamapuna@gmail.com; iuliana.ratnakar@gmail.com

Правове забезпечення відновлення цивільного повітряного руху в Україні після повномасштабної війни: міжнародні стандарти та національні механізми

Повномасштабна збройна агресія Російської Федерації проти України з лютого 2022 року зумовила повне закриття повітряного простору України для цивільних польотів. Таке рішення було прийнято відповідно до повноважень держави щодо забезпечення безпеки польотів та суверенного контролю над повітряним простором згідно з Конвенцією про міжнародну цивільну авіацію 1944 року (Чиказька конвенція). Станом на 2026 рік питання відновлення цивільного повітряного руху набуває особливої актуальності в контексті повоєнної відбудови держави та інтеграції України до європейського авіаційного простору.

Метою дослідження є визначення правових передумов, механізмів і нормативних змін, необхідних для поетапного та безпечного відкриття повітряного простору України після завершення воєнних дій.

Правові підстави для відновлення польотів базуються на нормах національного законодавства України (Повітряний кодекс України, підзаконні нормативно-правові акти у сфері цивільної авіації), а також на міжнародних зобов'язаннях держави в межах Чиказької конвенції та стандартів і рекомендованої практики (SARPs) Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO). Відкриття повітряного простору можливе виключно за умови офіційного підтвердження відсутності загроз для безпеки польотів, проведення відповідної оцінки ризиків та скасування чинних NOTAM щодо закриття повітряного простору.

Особливу роль відіграватиме координація з Європейським агентством з безпеки польотів (EASA), яке у період воєнних дій видавало інформаційні бюлетені щодо зон конфлікту (Conflict Zone Information Bulletins). Для повернення міжнародних перевізників на український ринок необхідним є зняття відповідних обмежень та підтвердження відповідності національної системи нагляду стандартам ЄС.

Окремого правового врегулювання потребують питання сертифікації аеропортів, відновлення аеронавігаційного обслуговування, перевірки стану злітно-посадкових смуг, радіотехнічного обладнання та систем управління повітряним рухом. Відповідні процедури повинні здійснюватися відповідно до стандартів ICAO та регламентів ЄС у межах Угоди про Спільний

авіаційний простір між Україною та Європейським Союзом.

Суттєвим є також питання відповідальності та страхування. Авіаперевізники та лізингові компанії потребують правових гарантій щодо мінімізації воєнних ризиків. Держава має розробити механізми державних гарантій або спеціальних страхових інструментів, які дозволять забезпечити економічну доцільність відновлення польотів. Водночас можливі компенсаційні вимоги щодо зруйнованої інфраструктури повинні розглядатися у площині міжнародно-правової відповідальності держави-агресора.

Таким чином, відновлення цивільного повітряного руху в Україні є не лише технічним чи економічним процесом, а комплексним правовим завданням. Воно потребує поетапного нормативного врегулювання, гармонізації із законодавством Європейського Союзу, міжнародної координації та запровадження ефективних механізмів гарантування безпеки польотів. Реалізація зазначених заходів стане важливим елементом повоєнної відбудови та інтеграції України до європейського та світового авіаційного простору.

Список використаних джерел

1. Convention on International Civil Aviation (Chicago Convention), 1944. Convention on International Civil Aviation (Chicago Convention). Chicago, 7 December 1944. ICAO Doc 7300/9. Montreal : International Civil Aviation Organization, 2006 (із подальшими змінами).
URL: https://www.icao.int/publications/pages/doc7300.aspx (дата звернення: 27.02.2026).

2. Повітряний кодекс України від 19.05.2011 № 3393-VI. Повітряний кодекс України : Закон України від 19 трав. 2011 р. № 3393-VI.
URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17 (дата звернення: 27.02.2026).

3. Agreement on a Common Aviation Area between the European Union and Ukraine, 2021. Common Aviation Area Agreement between the European Union and its Member States, of the one part, and Ukraine, of the other part : Agreement, signed on 12 October 2021.
URL:https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/international-aviation/common-aviation-area/ukraine_en (дата звернення: 27.02.2026).

4. ICAO. Standards and Recommended Practices (SARPs). International Civil Aviation Organization. Standards and Recommended Practices (SARPs) : Annexes to the Convention on International Civil Aviation. URL: https://www.icao.int/safety/Pages/Annexes.aspx (дата звернення: 27.02.2026).

5. EASA. Conflict Zone Information Bulletins (2022–2025). European Union Aviation Safety Agency. Conflict Zone Information Bulletins (CZIBs) : official publications 2022–2025. URL: https://www.easa.europa.eu/en/domains/air-operations/czibs (дата звернення: 27.02.2026).

УДК 623.746.-519:004.8
Д. І. Море, здобувачка освіти[1]; Ю. Ю. Халецька, викладач[1]
[1]Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж ракетно-космічного машинобудування Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара»
E-mail: dasamore70@gmail.com, yuliya.haletskaya@krkm.dnu.edu.ua

Можливості БПЛА зі штучним інтелектом. Етичні виклики та межі автономії в сучасному повітряному просторі

Сучасний розвиток авіаційної та ракетно-космічної техніки демонструє стрімку інтеграцію штучного інтелекту (ШІ) в безпілотні літальні апарати (БПЛА).

БПЛА, оснащені штучним інтелектом, представляють собою революційний крок порівняно з традиційними моделями, які керуються вручну або за допомогою попередньо заданих програм. Такі дрони володіють значно більшою автономією, здатні приймати самостійні рішення та адаптуватися до змінюваних умов. Це відкриває нові можливості, але водночас створює серйозні етичні та правові виклики, які потребують чіткого визначення меж автономії.

Ключові особливості таких дронів, що підвищують ефективність пошуково-рятувальних, військових та інших операцій, включають:

– автономне орієнтування. ШІ дозволяє безпілотним літальним апаратам самостійно орієнтуватися в просторі, аналізуючи дані про навколишнє середовище в реальному часі і приймаючи рішення миттєво, без участі оператора;

– самодіагностика та ремонт, тобто інтелектуальні системи на борту можуть виявляти неполадки і здійснювати їх корекцію, що знижує час простою і подовжує термін експлуатації дронів;

– адаптивне управління частотами, тобто дрони на базі ШІ можуть змінювати частоти зв’язку, що ускладнює їх виявлення та перехоплення традиційними методами боротьби з БПЛА;

– екологічна обізнаність - ці дрони здатні розпізнавати і уникати звичайних систем протидії, або ж можуть автономно змінювати свій маршрут для уникнення виявлення.

Незважаючи на технологічний прогрес, концепція "значимого людського контролю" залишається фундаментальною. Критично важливим є розмежування завдань: ШІ може обробляти дані та пропонувати варіанти, але кінцеве рішення про застосування летальної сили або дії, які можуть загрожувати життю, повинна приймати людина. Це обумовлено неможливістю ШІ оцінювати моральний контекст, дотримуватися принципів розрізнення та пропорційності Міжнародного гуманітарного права.

Майбутнє проєктування автономних систем має базуватися на принципах "безпеки за замовчуванням", де технічна ефективність не переважає над етичною відповідальністю та нормами міжнародного права.

Список використаних джерел

1. Використання штучного інтелекту для навігації безпілотних літальних апаратів / Ю. Т. Мороз та ін. ResearchGate. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/393395227_VIKORISTANNA_STUCNOGO_INTELEKTU_DLA_NAVIGACII_BEZPILOTNIH_LITALNIH_APARATIV (дата звернення: 25.03.2026).

2. Дрони на базі штучного інтелекту. PortalGIS. URL: https://portalgis.pro/bpla/drony-na-bazi-shtuchnogo-intelektu/ (дата звернення: 25.03.2026).

3. Напрями розвитку права у сфері Інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту / О. С. Дорошенко та ін. ResearchGate. 2021. URL: https://www.researchgate.net/publication/356893915_NAPRAMI_ROZVITKU_PRAVA_U_SFERI_INTERNET_RECEJ_IOT_TA_STUCNOGO_INTELEKTU_DIRECTIONS_OF_DEVELOPMENT_OF_LAW_IN_THE_FIELD_OF_INTERNET_OF_THINGS_IOT_AND_ARTIFICIAL_INTELLIGENCE (дата звернення: 25.03.2026).

УДК 351.82:629.73](477)
І. В. Паламарчук, головний спеціаліст, кандидат юридичних наук[1]
1Національне агентство України з питань виявлення, розшуку та управління активами, одержаними від корупційних та інших злочинів (АРМА)
E-mail: palamar182250@ukr.net

Щодо управління переданими до АРМА активами з метою недопущення переривання функціонування підприємств авіабудівельної галузі України

Загальновідомим є факт того, що АРМА в установленому порядку здійснює управління, зокрема, активами (рухомим та нерухомим майном) на яке накладено арешт у кримінальному провадженні чи у справі про визнання необґрунтованими активів та їх стягнення в дохід держави, тобто майном яке перебуває як правило у приватній власності.

Слід зазначити, що управління такими активами здійснюється АРМА шляхом їх реалізації (продажу) або передачі їх в управління відповідному суб'єкту господарської діяльності за договором управління [1].

Повноваження щодо визначення способу управління такими активами (шляхом передачі в управління та/або шляхом реалізації таких активів), відповідно до вимог статті 100 Кримінального процесуального кодексу України [2] та закону [1], відноситься виключно до повноважень суду або слідчого судді (у разі якщо відсутня згода власників таких активів). При цьому, зазначені активи прийняті АРМА в управління є речовими доказами.

Отже, доцільно звернути увагу, що АРМА може передавати в управління відповідне рухоме та нерухоме майно лише шляхом реалізації або передачі його в управління у порядку, встановленому законом [1].

Водночас, враховуючи існуючі реалії та обставини в яких перебуває Україна є цілком логічним та поміркованим винайдення правових передумов для забезпечення авіабудівельної галузі аеродромами та цивільними аеродромами, які передано в установленому порядку в управління АРМА, як приклад «ангар для розміщення авіаційного транспорту та злітно-посадковий майданчик», та інше рухоме майно [4; 8].

Тому, у виняткових випадках управління такими активами (які передано на підставі судового рішення в управління АРМА та на які накладено арешт у кримінальному провадженні) може здійснюватися шляхом їх передачі в управління підприємству, установі, організації, щодо яких Кабінет Міністрів України здійснює функції з управління або які належать до сфери управління міністерства, іншого центрального органу виконавчої влади, або господарському товариству, 50 і більше відсотків акцій (часток) якого знаходиться у статутних капіталах господарських товариств, частка держави в яких становить 100 відсотків [1].

Винятковими вважаються випадки передачі в управління активів, за наявності хоча б однієї з таких обставин, зокрема, як *існування ризику переривання функціонування підприємств, установ та організацій авіабудівельної галузі, у власності яких перебувають такі активи* [1].

Продовжуючи слід зазначити, що якщо аеропорт або цивільний аеродром не використовується за цільовим призначенням, аеродром не сертифікується протягом більше трьох років, держава з мотивів суспільної необхідності збереження транспортної системи має право відповідно до закону примусово відчужити та передати аеропорт, цивільний аеродром, що перебуває у власності фізичних або юридичних осіб, до державної власності або розірвати договір оренди, концесії, управління із зазначеними фізичними та юридичними особами [3].

Так, згідно зі статтею 41 Конституції України примусове відчуження об'єктів права приватної власності може бути застосоване лише як виняток з мотивів суспільної необхідності, на підставі і в порядку, встановлених законом, та за умови попереднього і повного відшкодування їх вартості. Примусове відчуження таких об'єктів з наступним повним відшкодуванням їх вартості допускається лише в умовах воєнного чи надзвичайного стану.

При цьому, примусове відчуження майна, що перебуває у приватній або комунальній власності, в умовах правового режиму воєнного стану, якщо не було здійснено попереднє повне відшкодування вартості такого майна, тягне за собою наступне повне відшкодування його вартості в порядку, визначеному законом [5].

Примусове відчуження майна – позбавлення власника права власності на індивідуально визначене майно, що перебуває у приватній або комунальній власності та яке переходить у власність держави для використання в умовах правового режиму воєнного чи надзвичайного стану за умови попереднього або наступного повного відшкодування його вартості [7].

Крім того, збитки, завдані власнику в результаті повернення до державної власності аеропортів та цивільних аеродромів, у тому числі вартість нерухомого майна, відшкодовуються державою в порядку, встановленому законодавством України, при цьому з фізичних або юридичних осіб стягується відповідна компенсація, якщо інфраструктурі аеропорту, цивільного аеродрому була заподіяна шкода [3].

Слід зазначити, що право власності набувається на підставах, що не заборонені законом, зокрема із правочинів [6].

Право власності вважається набутим правомірно, якщо інше прямо не випливає із закону або незаконність набуття права власності чи необґрунтованість активів, які перебувають у власності, не встановлені судом [6].

При цьому, юридична особа публічного права набуває право власності на майно, передане їй у власність, та на майно, набуте нею у власність на підставах, не заборонених законом [6].

Також доцільно звернути увагу, що у разі надходження винесеного у межах наданих законом повноважень рішення прокурора або судового рішення, що набрало законної сили, якими скасовано арешт прийнятих в управління активів та/або скасовано передачу активів в управління АРМА, за умови наявності судового рішення у Єдиному державному реєстрі судових рішень, АРМА протягом десяти робочих днів повертає їх законному власнику [1].

З огляду на викладене, а також із урахуванням виявлених під час аналізу чинного законодавства окреслених питань, які потребують розгляду, вжиття відповідних заходів та прийняття відповідних рішень по суті, задля забезпечення можливості подальшої реалізації заходів із забезпечення потреб авіабудівельної галузі України у вигляді майна яке передано в управління АРМА – як додаткового можливого способу набуття правовим шляхом державними підприємствами авіабудівельної галузі України відповідних та необхідних матеріальних ресурсів для виконання ними своїх завдань.

Список використаних джерел

1. Про Національне агентство України з питань виявлення, розшуку та управління активами, одержаними від корупційних та інших злочинів : Закон України від 10.11.2015 № 772-VIII : станом на 30 бер. 2026 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/772-19/ed20240516#Text (дата звернення: 30.03.2026).

2. Кримінальний процесуальний кодекс України : Закон України від 13.04.2012 № 4651-VI : станом на 30 бер. 2026 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17#Text (дата звернення: 30.03.2026).

3. Повітряний кодекс України : Закон України від 19.05.2011 № 3393-VI : станом на 30 бер. 2026 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17#Text (дата звернення: 30.03.2026).

4. Єдиний державний реєстр активів, на які накладено арешт у кримінальному провадженні. URL: https://reestr.arma.gov.ua/#/asset/Undcaea6f9bbf41264c9d90be3d9e0e7c3d50b90011ddaed9a469d4b8a3a293a905 (дата звернення: 30.03.2026).

5. Про правовий режим воєнного стану : Закон України від 12.05.2015 № 389-VIII : станом на 30 бер. 2026 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text (дата звернення: 30.03.2026).

6. Цивільний кодекс України : Закон України від 16.01.2003 № 435-IV :станом на 30 бер. 2026 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#n4815 (дата звернення: 30.03.2026).

7. Про передачу, примусове відчуження або вилучення майна в умовах правового режиму воєнного чи надзвичайного стану : Закон України

від 14.05.2012 № 4765-VI : станом на 30 бер. 2026 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4765-17#Text (дата звернення: 30.06.2026).

8. Єдиний державний реєстр активів, на які накладено арешт у кримінальному провадженні. URL: https://reestr.arma.gov.ua/#/asset/Man20304504da354b939843c14e9c2fcf643472b3d83a95e8cd81f7bf8fff33ad87 (дата звернення: 30.03.2026).

УДК 656.025.2
А. О. Хмара, студентка кафедри інженерно авіаційного забезпечення[1];
М. М. Іващенко, старший викладач кафедри авіаційного транспорту[1];
Ю. В. Ратнакар, доцент кафедри авіаційного транспорту[1]
[1]Інститут цивільної авіації Харківського національного університету
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
E-mail: ivamapuna@gmail.com; ivamapuna@gmail.com;
iuliana.ratnakar@gmail.com

Правові та безпекові виклики відновлення цивільних авіаційних перевезень в Україні у повоєнний період

Повномасштабне вторгнення Російської Федерації в Україну у 2022 році спричинило значні втрати та порушення функціонування транспортної інфраструктури держави, зокрема у сфері цивільної авіації. У зв'язку з реальними загрозами для безпеки польотів було прийнято рішення про закриття повітряного простору України для цивільних повітряних суден. Такий крок відповідав міжнародним нормам авіаційного права, передбаченим Конвенцією про міжнародну цивільну авіацію 1944 року, яка закріплює суверенне право держави здійснювати повний контроль над своїм повітряним простором та встановлювати необхідні обмеження з метою гарантування безпеки польотів [1]. У контексті післявоєнного відновлення України особливого значення набуває питання поступового відновлення діяльності цивільної авіації та модернізації її інфраструктури.

Важливим елементом цього процесу є забезпечення належного технічного стану авіаційної інфраструктури, що значною мірою залежить від ефективної діяльності фахівців у сфері інженерно-авіаційного забезпечення. Саме ці спеціалісти відіграють ключову роль у підтриманні технічної справності повітряних суден, аеродромних комплексів, наземного обладнання та систем аеронавігаційного обслуговування. Тому дослідження ролі інженерно-авіаційного забезпечення у відновленні авіаційної інфраструктури після завершення воєнних дій є важливим напрямом сучасних наукових досліджень у сфері авіаційного транспорту.

Метою дослідження є визначення значення інженерно-авіаційного забезпечення у процесі відновлення цивільної авіаційної інфраструктури України та забезпечення належного рівня безпеки польотів у післявоєнний період. Актуальність цієї проблематики обумовлена необхідністю підготовки висококваліфікованих фахівців авіаційної галузі, здатних забезпечити технічну надійність авіаційної техніки та ефективне функціонування аеропортової інфраструктури в умовах відновлення авіаційного сполучення.

Відновлення діяльності цивільної авіації передбачає комплекс заходів, пов'язаних із технічною оцінкою стану авіаційної інфраструктури. Унаслідок воєнних дій окремі аеропорти, об'єкти аеродромної інфраструктури та

системи аеронавігаційного забезпечення могли зазнати пошкоджень або потребують грунтовної технічної перевірки. Перед відновленням польотів необхідно провести детальне обстеження злітно-посадкових смуг, систем світлосигнального обладнання, радіонавігаційних засобів, систем зв'язку та управління повітряним рухом. Виконання таких робіт безпосередньо пов'язане з діяльністю інженерно-авіаційних служб, які здійснюють технічну діагностику, ремонт і сертифікацію відповідних об'єктів інфраструктури. Такі процедури повинні здійснюватися відповідно до міжнародних стандартів і рекомендованої практики Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO) [4] та вимог національного законодавства України, зокрема Повітряного кодексу України [2].

Крім того, інженерно-авіаційне забезпечення має важливе значення у процесі підготовки повітряних суден до експлуатації після тривалого простою або зберігання. Повернення авіаційної техніки до регулярної експлуатації потребує проведення комплексних технічних перевірок, регламентних робіт, а також оцінки стану бортових систем і обладнання. У цьому контексті саме інженерно-авіаційні спеціалісти забезпечують відповідність технічного стану авіаційної техніки встановленим стандартам безпеки польотів [4].

Відновлення авіаційної інфраструктури повинно здійснюватися відповідно до міжнародних стандартів та рекомендованої практики Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO), а також з урахуванням вимог європейського авіаційного законодавства. У межах реалізації Угоди про Спільний авіаційний простір між Україною та Європейським Союзом важливим є приведення національної системи технічного обслуговування та сертифікації авіаційної техніки у відповідність до європейських стандартів безпеки [3].

Значну роль у відновленні повноцінної роботи цивільної авіації відіграє також підвищення довіри міжнародних авіаперевізників до безпечності польотів у повітряному просторі України. Досягнення такого рівня довіри можливе лише за умови забезпечення високого рівня технічної надійності авіаційної інфраструктури, що значною мірою залежить від ефективної діяльності інженерно-авіаційних служб та належної організації технічного обслуговування авіаційної техніки. У цьому контексті важливе значення має також співпраця з Європейським агентством з безпеки польотів (EASA), яке здійснює оцінювання ризиків польотів у зонах конфліктів та надає відповідні рекомендації щодо безпеки цивільної авіації [5].

Отже, інженерно-авіаційне забезпечення є одним із ключових елементів відновлення цивільної авіації України у післявоєнний період. Саме від ефективності діяльності інженерно-авіаційних підрозділів значною мірою залежить технічна готовність аеропортів, надійність авіаційної техніки та загальний рівень безпеки польотів. У зв'язку з цим підготовка висококваліфікованих інженерно-авіаційних фахівців та модернізація системи технічного забезпечення авіаційної інфраструктури є важливою

передумовою успішного відновлення цивільного повітряного сполучення України та її інтеграції до європейського і світового авіаційного простору.

Список використаних джерел

1. Convention on International Civil Aviation (Chicago Convention), 1944. Convention on International Civil Aviation (Chicago Convention). Chicago, 7 December 1944. ICAO Doc 7300/9. Montreal : International Civil Aviation Organization, 2006 (із подальшими змінами).

URL: https://www.icao.int/publications/pages/doc7300.aspx (дата звернення: 27.02.2026).

2. Повітряний кодекс України від 19.05.2011 № 3393-VI. Повітряний кодекс України : Закон України від 19 трав. 2011 р. № 3393-VI.

URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17 (дата звернення: 27.02.2026).

3. Agreement on a Common Aviation Area between the European Union and Ukraine, 2021. Common Aviation Area Agreement between the European Union and its Member States, of the one part, and Ukraine, of the other part : Agreement, signed on 12 October 2021.

URL:https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/international-aviation/common-aviation-area/ukraine_en (дата звернення: 27.02.2026).

4. ICAO. Standards and Recommended Practices (SARPs). International Civil Aviation Organization. Standards and Recommended Practices (SARPs) : Annexes to the Convention on International Civil Aviation. URL: https://www.icao.int/safety/Pages/Annexes.aspx (дата звернення: 27.02.2026).

5. EASA. Conflict Zone Information Bulletins (2022–2025). European Union Aviation Safety Agency. Conflict Zone Information Bulletins (CZIBs) : official publications 2022–2025. URL: https://www.easa.europa.eu/en/domains/air-operations/czibs (дата звернення: 27.02.2026).

18
Фундаментальна фізика і аномальні атмосферні явища

УДК 551.59

А. В. Капелюшна, студент групи М-F7-25-1-СП[1]
[1]Державне некомерційне підприємство «Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: 6872258@stud.kai.edu.ua

Космічний подих Землі

Атмосфера Землі є складною динамічною системою, де взаємодіють фізичні закони термодинаміки, електродинаміки та гідродинаміки. Аномальні атмосферні явища — такі як кульова блискавка, атмосферні ріки чи суперкомірки — викликають значний інтерес науковців, адже вони демонструють межі сучасних моделей прогнозування.

Фундаментальні фізичні основи

- **Термодинаміка**: процеси теплообміну між поверхнею Землі та атмосферою визначають утворення хмар, конвекцію та грозові явища.
- **Електродинаміка**: грозові розряди, кульові блискавки та електричні поля в атмосфері пояснюються законами електромагнетизму.
- **Гідродинаміка**: рух повітряних мас, атмосферні ріки та турбулентність формуються за рівняннями Нав'є–Стокса.
- **Космічні фактори**: сонячна активність та космічні промені впливають на іонізацію атмосфери, що може спричиняти аномальні явища.

Приклади аномальних атмосферних явищ

Явище	Фізичне пояснення	Наслідки
Атмосферні ріки	Потужні вузькі потоки водяної пари, що транспортують вологу на тисячі км	Сильні опади, паводки
Кульова блискавка	Нестабільні плазмові утворення, ймовірно пов'язані з мікрохвильовим резонансом	Небезпечні для людей і техніки
Суперкомірки	Великі грозові системи з сильними висхідними потоками	Торнадо, град, шквали
Теплові аномалії	Локальні відхилення температури через інверсії та урбанізацію	«Острів тепла» у містах

Виклики та ризики

- **Непередбачуваність**: навіть сучасні моделі не завжди точно прогнозують локальні аномалії.

• **Кліматичні зміни**: глобальне потепління посилює частоту та інтенсивність екстремальних явищ.

• **Інфраструктурні ризики**: сильні опади та шквали часто призводять до підтоплень і руйнування будівель.

Висновок

Фундаментальна фізика дає ключ до розуміння аномальних атмосферних явищ, але їхня складність вимагає міждисциплінарного підходу — поєднання фізики, кліматології та сучасних комп'ютерних моделей. Для України актуальними є дослідження атмосферних рік та локальних теплових аномалій, що безпосередньо впливають на погоду й безпеку населення.

Список використаної літератури

1.Ландау Л.Д., Ліфшиц Є.М. Теоретична фізика. Том 1: Механіка. — М.: Наука, 1988.

2.Капіца П.Л. Фізика атмосфери. — М.: Наука, 1975.

3.Тарасов В.І. Атмосферні явища: фізика і кліматологія. — К.: Наукова думка, 2001.

4.Річардсон Л. Метеорологія: основи та застосування. — Лондон: Wiley, 2010.

5.Holton J.R. An Introduction to Dynamic Meteorology. — Academic Press, 2004.

6.Pielke R.A. Mesoscale Meteorological Modeling. — Academic Press, 2013.

7.Stull R.B. An Introduction to Boundary Layer Meteorology. — Springer, 1988.

8.Markson R., Lane J. Atmospheric Electricity and Lightning Phenomena. — Cambridge University Press, 1994.

9.IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. — Cambridge University Press, 2021.

10. Petrov V., Ivanov S. Anomalous Atmospheric Phenomena: A Review. — Journal of Atmospheric Sciences, 2018, Vol. 75, No. 4, pp. 1234-1250.

УДК 530.191
М. І. Логвінова, здобувач освіти[1]; І. М. Колеснікова, викладач[1]
[1]Лисичанський гірничо-індустріальний фаховий коледж
E-mail miroslavalis08@gmail.com; ik0865113@gmail.com

Фрактали в мистецтві

Фрактали – це геометричні об'єкти, які виявляють самоподібність на будь-якому масштабі. Їх можна знайти в різних галузях, від природних форм, таких як ліси та гірські ланцюги, до розгалужених структур у технологіях, наприклад, у антенах та комп'ютерній графіці. Фрактали мають навіть місце в мистецтві, де їх використовують для створення цікавих візуальних ефектів та абстрактних композицій. Ми розглянемо фрактали не лише як математичні концепції, але й як потужний інструмент для вираження мистецтва.

Фрактальне мистецтво – це унікальна форма виразності, що використовує математичні принципи для створення захоплюючих візуальних образів. Відкриття фракталів відкрило нові горизонти для художників, які можуть експериментувати зі складними структурами та формами.

Одним із найвідоміших прикладів фрактального мистецтва є фрактальне фарбування, де абстрактні фрактальні форми застосовуються для створення кольорових композицій, які вражають своєю складністю та гармонією. Іншим прикладом є фрактальне мистецтво в кіно та анімації, де фрактальні образи можуть створювати захоплюючі ефекти та атмосферу, яка сприймається як надзвичайно естетична та вражаюча. Фрактальне мистецтво також знаходить використання в сучасних мистецьких інсталяціях, де відображення складних фрактальних структур може створювати унікальні візуальні ефекти, що спонукають глядачів до роздумів та сприйняття краси у новому контексті. Отже, фрактальне мистецтво відкриває безмежні можливості для художників та дозволяє їм виражати свою творчість у неймовірних та неповторних формах, які захоплюють уяву та відображають внутрішній світ складності та гармонії всесвіту.

Цифрове мистецтво та фрактальні генератори

У світі цифрового мистецтва фрактали стали потужним інструментом для творчості. Фрактальні генератори дозволяють художникам створювати неймовірні, складні та неповторні композиції, використовуючи математичні принципи. Так, художник Беной Мандельброт створив "Множину Мандельброта", яка є одним з найвідоміших фракталів. Ця множина використовується в цифровому мистецтві для створення неймовірно складних та красивих зображень, що мають самоподібні властивості на будь-якому масштабі. Ще одним прикладом є програма "Фрактал Фотошоп", яка дозволяє художникам створювати фрактальні зображення з реалістичними деталями та колоритом. Ці зображення можуть бути використані в різних галузях

мистецтва, від ілюстрацій до рекламних плакатів. Фрактальні генератори відкривають безмежні можливості для творчості, дозволяючи художникам створювати унікальні та захоплюючі візуальні дослідження, які захоплюють уяву глядачів та надихають на нові творчі висоти.

Фрактальна музика та звукове мистецтво

Фрактали в мистецтві знайшли своє втілення не лише у візуальних творах, але й у звуковому мистецтві. Фрактальна музика використовує математичні принципи для створення звукових композицій, які мають складні структури та повторювані мотиви, аналогічно фрактальним формам у візуальному мистецтві. Зокрема, музичні фрактали можуть використовувати ітеративні алгоритми для створення мелодій, де кожен наступний елемент базується на попередньому, але з додаванням варіацій та змін. Такі композиції створюють враження безкінечного розвитку та глибокої структури.

Деякі композитори використовують фрактальні алгоритми для створення звукових пейзажів, які динамічно змінюються відповідно до заданих параметрів або навіть зовнішніх впливів, таких як датчики руху або звукові сигнали з оточуючого середовища. Ще одним прикладом є використання фрактальних алгоритмів для створення унікальних звукових ефектів, які неможливо було б створити за допомогою традиційних звукових синтезаторів або обробки звуку. Такі ефекти можуть мати незвичайні звучання, які захоплюють слухача і викликають нові емоції та асоціації.

Усі ці ідеї відкривають нові можливості для музичних творців та аудиторії, розширюючи межі традиційного звучання та створюючи нові аудіальні враження, що відображають складність та красу фрактальних структур.

Поєднання фрактального мистецтва зі скульптурою та архітектурою

Фрактали відкривають унікальні можливості для поєднання з скульптурою та архітектурою, перетворюючи звичайні простори в дивовижні та естетично привабливі твори. Так, фрактальні форми можуть бути використані в архітектурі для створення футуристичних будівель з унікальною геометрією, яка привертає увагу та створює враження динаміки та руху. У скульптурі фрактали дозволяють створювати складні та інтригуючі форми, що перетворюють прості матеріали на шедеври мистецтва. Зокрема, фрактальні структури можуть бути втілені у скульптурних роботах зі скла, металу або каменю, надаючи їм сучасного й елегантного вигляду. Один із яскравих прикладів поєднання фрактального мистецтва з архітектурою – Бурдж Халіфа у Дубаї. Його фасад відображає складні фрактальні структури, що створюють неповторний вигляд і надають будівлі елегантності. Такі поєднання сприяють виникненню нових творчих напрямів та розвитку сучасного мистецтва.

Список використаних джерел

1.Божокин С.В., Паршин Д.А. Фрактали і мультифрактали. Іжевськ: НИЦЬ «Регулярна і хаотична динаміка», 2001. - 128с.

2.Волошинов А. В. Математика і мистецтво : Кн. для тих, хто не лише любить математику і мистецтво, але і бажає замислитися про природу прекрасного і красу науки. 2-е видавництво, доро0б. і доп. - М.: Просвіта, 2000. - 399с.

3.Гринченко В. Т., Маципура В.Т., Снарський А.А. Введення в нелінійну динаміку. Хаос і фрактал Видавництво: ЛКИ, 2007 р. 264 стор.

4. Мандельброт Б. Фрактальна геометрія природи. — М.: «Інститут комп'ютерних досліджень», 2002.

УДК 53:551.5

Д. Є. Ульяненко, студентка ІІ курсу[1];
Л. М. Сергєєва, викладач фізики і астрономії, методист[1]
[1] Краматорський фаховий коледж технологій та дизайну
E-mail: d.uljanenko@ktd1967.ukr.education; sergyeyeva.lidia@gmail.com

Фундаментальна фізика і аномальні атмосферні явища

Фізика як наука зародилася в Стародавній Греції, коли філософи почали міркувати про природу руху, матерії та простору. Аристотель у своїх працях виклав перші спроби систематичного опису фізичних явищ, але вони грунтувалися на умоглядних міркуваннях, а не на експерементальних даних. В епоху Відродження розвиток науки прискорився. В цей період Галілео Галілей заклав основи експериментального методу, а Ісаак Ньютон сформулював закони класичної механіки та закон всесвітнього тяжіння. У 18-19 століттях розвиток фізики був пов'язаний з вивченням електрики, магнетизму і теплоти. Майкл Фарадей відкрив явище електромагнітної індукції, Джеймс Клерк Максвелл сформулював систему рівнянь, що описують електромагнітне поле. У цей час Карно, Клаузіус і Больцман розробили основи термодинаміки, пояснивши механізми роботи теплових машин і встановивши фундаментальні закони енергії. Розділом теоретичної фізики є фундаментальна фізика, в якому вивчаються, аналізуються і узагальнюються уявлення про підстави фізичної світобудови що склалися нині. Цей розділ сучасної фізики зараз активно розвивається на кафедрі теоретичної фізики. [1] Фундаментальна фізика вивчає найзагальніші закони Всесвіту: як рухаються тіла, як взаємодіють сили, як поводиться енергія і з чого складається матерія. Саме вона формує наше уявлення про світ і дає пояснення явищам, які ми спостерігаємо щодня - від падіння предметів до руху планет і виникнення світла. Фундаментальна фізика прагне пояснити ''чому'' та ''як'' працює світ на базових рівнях від елементарних частинок до масштабної структури космосу, використовує такі поняття як маса, заряд, енергія та інші. У природі вдалося виділити 4 фундаментальні взаємодії: гравітаційна, електромагнітна, сильна та слабка. [2] Фундаментальні взаємодії разом з іншими переносниками - елементарними частинками, визначають те, з чого складені ми та інші тіла що нас оточують, як вони рухаються та взаємодіють і чому всі ці тіла не розпадаються на частинки. Розділами фундаментальної фізики є механіка, електродинаміка, термодинаміка, квантова фізика та теорія відносності. Ці розділи разом створюють цілісну картину світу. Дослідження атмосфери Землі є одним із напрямків, де фундаментальна фізика проявляється особливо яскраво. Атмосфера є складною системою, у якій постійно відбуваються фізичні процеси: нагрівання і охолодження повітря, утворення хмар, електричні

розряди, переміщення мас. Ці явища добре вивчені і пояснюються законами фізики.

Аномальні атмосферні явища — це рідкісні та незвичайні прояви фізико-хімічних процесів у повітряній оболонці Землі, які відрізняються від типових погодних умов. Вони часто мають екстремальний характер, можуть бути небезпечними для людей і природи та інколи складно пояснюються наукою. До таких явищ належать як природні катастрофи, так і незвичайні оптичні ефекти в атмосфері.

Одним із найвідоміших прикладів є кульова блискавка. Це світна куля, яка може з'являтися під час грози, рухатися в повітря і навіть проникати в приміщення, єдиного пояснення цього явища вчені досі не мають, але існують гіпотези що воно пов'язане зі складними електромагнітними процесами або плазмовими структурами. Цікавим прикладом також є полярне сяйво. Воно вже добре пояснене фізикою, але для людини воно виглядає як справжнє диво природи. Явище виникає внаслідок взаємодії заряджених частинок із Сонця з магнітним полем Землі та атмосферою, внаслідок чого в небі з'являються яскраві світлові хвилі різних кольорів. Міражі теж можна віднести до аномальних явищ, вони виникають через заломлення світла в шарах повітря з різною температурою. Інколи вони створюють ілюзію води в пустелі або ілюзію ''перевернутих міст у небі''. Також одним з аномальних атмосферних явищ є смерч або торнадо. Це стрімкий вихор великої руйнівної сили, який виникає в грозовій хмарі і потім поширюються з гори до низу у вигляді стовпа, захоплюючи пісок, воду та інше.[2] До аномальних атмосферних явищ також відносяться пилові бурі, град екстремальних розмірів та ін.

Багато явищ, які раніше вважалися загадковими або навіть містичними, з часом отримали наукове пояснення розвитку фундаментальної фізики. Це доводить, що природа підкоряється певним законам, навіть якщо ми ще не до кінця їх розуміємо. Сучасні технології значно допомагають у вивченні атмосферних процесів, радіолокаційні системи та комп'ютерні моделі, супутники дозволяють дослідникам спостерігати та аналізувати навіть найскладніші явища. Ми впевнені що фундаментальна фізика відіграє надзвичайно важливу роль у пізнанні світу, допомагає зрозуміти як звичайні так і аномальні атмосферні явища. Завдяки цій науці людство постійно розширює свої знання і робить нові відкриття, наближаючись до повного розуміння навколишнього світу.

Існує щорічна премія, яку надають за значні досягнення в галузі фундаментальної фізики. Заснована в 2012 році фізиком і підприємцем Юрієм Мільнером. Належить до набору міжнародних нагород ''Премія за прорив''. Грошова нагорода премії втричі більша за Нобелівську премію і є найбільшою в науковому світі. [4]

Список використаних джерел

1. https://rook.mercy.cx.ua/ukraincyam/shho-take-fundamentalna-fizika.html
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D0%B2%D0%B7%D0%B0%D1%94%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%96%D1%97
3. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%87
4. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%96%D1%8F_%D0%B7%D0%B0_%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B5_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%8F_%D1%83_%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%D0%B9_%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D1%86%D1%96

УДК 621.315.592
М. В. Усенко, здобувач освіти[1]; Л. Г. Дишук, викладач[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: drpbk.info@gmail.com

Інноваційні типи напівпровідників: перспективи розвитку сучасної електроніки

В даній статті я пропоную для розгляду ідею створення нового перспективного виду напівпровідників. Для того, щоб формувати наше мислення на інженерному рівні ми в коледжі вивчаємо цілий ряд дисциплін: фізику, теорію електричних та магнітних кіл, електроніку, напівпровідникові прилади, схемотехніку та інші. Всі ці дисципліни дуже цікаві і змістовні. Так от, вивчаючи роботу напівпровідникового діода та інших приладів, що використовують напівпровідникові переходи, ми помітили, що для створення напівпровідникового переходу необхідно мати два виду провідності в напівпровідниках: p – провідність, тобто провідність, що створюється позитивними зарядами, та n – провідність, провідність, яка створюється негативними зарядами – електронами. Створити ці провідності не складно, ми знаємо, що електронна провідність створюється застосуванням донорної домішки, яка забезпечує наявність зайвих вільних електронів і таким чином вихідний нейтральний матеріал, наприклад, кремній, одержує електронну або негативну n – провідність. Створення напівпровідника з позитивною провідністю, тобто напівпровідника П – типу технологічно схоже на створення провідника n – типу. В цьому випадку до первинної речовини, наприклад, кремнію чи германію, додається домішка, але не донорного типу, а акцепторного. Тобто домішка, яка відбирає частину електронів, точніше один електрон з атома, кремнію чи германію.

Особливості будови атома

Атом, в якому не достає одного електрона, має позитивний заряд і такий атом стали називати діркою, розуміючи, що це атом, в якому відсутній електрон. Таким чином одержують p – провідність. Фактично, в такому напівпровіднику рухаються електрони, але електрони рухаються, переміщуючись з одної дірки до другої дірки, тобто перетворюючи дірку в нейтральний атом і створюється ефект руху позитивного заряду, що і використовується в напівпровідниковій техніці.

Тут можна звернути увагу на те, що процес цей, значно складніший, ніж рух просто електрона в напівпровіднику n–типу. Кожний перехід електрона з одної дірки до іншої супроводжується рядом процесів, зв'язаних із зміною стану електрона. Електрон займає своє місце в системі електронних орбіт атома.

Необхідно переміщення з тим, що електрон займає конкретну орбіту. Потім електрон ще повинен визначитись зі значенням спіну. Тобто для одержання стаціонарного стану потрібно пройти декілька етапів.

Також декілька етапів потрібно і для виходу електрону з нейтрального атома, тобто створення дірки. Таким чином діркова провідність має ряд відмінностей, що відрізняє провідник з позитивною провідністю, від провідника з негативною електронною провідністю. Я пропоную забезпечити провідність напівпровідника не використанням дірок, а створити новий вид домішки, яка матиме характер не акцепторної дії, а домішки донорної дії, що забезпечить зайві позитивні носії зарядів, але це будуть позитрони.

Таким чином, якщо використовувати в якості носіїв зарядів позитрони, то ми одержимо напівпровідник p – типу, який за своїми характеристиками буде аналогічний напівпровіднику n – типу, з тими енергетичними переходами і з тими змінами стану електрона. Це дозволить одержати напівпровідникові переходи з новими властивостями.

Реальність такого погляду очевидна ще з тих пір, коли Поль Дірок довів теоретично, що існує елементарна частинка, аналогічна електрону, але з позитивним зарядом. Поль Дірак назвав її анти-електрон, але пізніше її назвали позитрон. Уже на початку 40-х років, минулого століття, теорія Дірака була доведена практично в камері Вільсона, де спостерігали сліди від елементарних частинок аналогічних електрону, але з позитивним зарядом. Цей було підтвердженням існування позитронів.

Про технологію

Для того, щоб одержати позитронний напівпровідник, я пропоную провести дослідження, направлені на розробку технології, в одержання донорних домішок, які дозволили б до складу первинної решітки додати донор, що додає позитрони. Можливість створення таких домішок доведена Діраком теоретично, а реальність тими наступними кроками, якими рухається сучасна теоретична фізика при дослідженні складу атомів і функціональних особливостей їхніх складових частин.

Перспективи створення напівпровідників

По-перше, підвищиться швидкодія приладів побудованих на використанні p-n переходів.

По-друге, властивості нових p-n переходів дозволять реально досягти революційних кроків в мікросхемотехніці, коли інтегральна техніка реалізації напівпровідникових приладів одержує нові можливості пов'язані з підвищенням швидкодії p-n переходів.

Третій аргумент – нові види напівпровідників, в яких будуть використані позитрони, дозволять підвищити якісний рівень напівпровідникових приладів, тому що зменшення кількості переходів при зміні стану позитрона приведе до зменшення флуктуацій в первинних фізичних переходах і, таким чином, ми одержимо зменшення рівня шуму.

Четверта перевага – використання напівпровідників на основі позитронів очевидно дозволить зменшити енергоспоживання приладів з новими видами ПН-переходів.

Висновок

Ідея використання в напівпровідниках позитронів при очевидних перевагах нового виду напівпровідників дасть реальні перспективи подальшого вдосконалення електронної техніки.

19
Історія науки і техніки

УДК 681.396

О. П. Кулик, к. військ. н., провідний науковий співробітник[1];
Д. М. Воронов, к.т.н., начальник науково-дослідної лабораторії[1];
О. В. Щербак, науковий співробітник[1];
Є. В. Комаров, науковий співробітник[1];
О. В. Кудринський, старший науковий співробітник[1]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба
E-mail: apkul1@gmail.com; kudrinskiy@gmail.com; grot.hot.mail@gmail.com; joi_007@ukr.net; komaroveugeny@gmail.com

Історико-технічні аспекти появи та розвитку привідних радіостанцій

Сучасні повітряні судна (ПвС) цивільної авіації та державної авіації України оснащені різними технічними засобами літаководіння, які забезпечують виконання польотів в різний час доби, над будь-якою місцевістю і за будь-яких метеорологічних умов. Основою успішного літаководіння є їх комплексне застосування, яке полягає в тому, що літаководіння здійснюється за допомогою не одного окремого засобу, а декількох. Для вирішення завдань літаководіння екіпажі ПвС обирають таке поєднання засобів навігації з наявних в їх розпорядженні, яке в даній навігаційній обстановці забезпечить найбільшу точність і безпеку польоту. Поміж них важливе місце займають радіотехнічні засоби і, зокрема, кутомірна радіокомпасна радіонавігаційна система (КР РНС), складовими якої є бортовий (літаковий) радіопеленгатор, який прийнято називати радіокомпасом (Automatic Direction Finder, ADF), та наземна передавальна радіостанція – привідна радіостанція, або ж за термінологією ІСАО неспрямований радіомаяк (Non-Directional Beacon, NDB) [1].

Появу та розвиток радіонавігаційної техніки ряд авторів за наявності інформації намагається розглядати послідовно з прив'язкою до року появи (винаходу, розробки або початку серійного випуску) певного засобу (системи) радіонавігації, а інші, наприклад [2], застосовують поділ на етапи. Проміжки часу, що відводяться тому чи іншому етапу, у авторів можуть співпадати, а можуть і ні. Далі ми, щоб не вступати в дискусію з цього приводу, розглянемо розвиток привідних радіостанцій (ПРС) без жорсткої прив'язки до будь-яких періодів часу.

Привідна радіостанція (неспрямований радіомаяк (РМ)) є одним з найстаріших радіотехнічних засобів, що й на сьогодні застосовуються в авіації. Навіть поява та швидкий розвиток глобальних супутникових навігаційних систем (Global Orbiting Navigation Satellite System, GNSS) поки що не призвели до повної відмови від використання КР РНС.

Першим наземним РМ, який був використаний для визначення курсу польоту літальних апаратів (військових цеппелінів), дослідники вважають радіомаяк Telefunken Kompass Sender, який був розроблений німецькою

електротехнічною компанією "Telefunken" у 1907 році. Антенна система РМ мала у своєму складі 16 дипольних антен довжиною 120 м. Дальність дії була в межах 100-150 км. Використовувались вони флотом цеппелінів приблизно до 1918 року. Проте, зауважимо, що ці РМ з'явилася ще до того, як більшість літаків були оснащені радіоапаратурою, і пілоти не могли скористатися їх можливостями.

Перші ж експерименти щодо використання радіо для аеронавігації, були проведені Службою повітряної пошти США у 1919 році та на початку 1920 року, але незабаром вони були припинені, як такі, що не надали бажаного результату. Згодом відновлення робіт в цій області сприяло розробці наприкінці 1920-х років низькочастотного радіомаяка (Low-Frequency Radio Range, LFR), також відомого як "чотирикурсовий (чотирисекторний) радіомаяк" або "радіомаяк A-N". Для формування двох діаграм спрямованості у формі вісімки, що орієнтовані під кутом приблизно 90º одна до одної, в ньому використовувались дві системи петльових антен. В одній з діаграм азбукою Морзе передавалася буква А, а в іншій – буква N. Частоти передачі знаходилися в діапазоні 200 - 410 кГц. Деякі військові радіомаяки при цьому працювали на частотах до 536 кГц. Потужність передавача складала 800-1000 Вт. Дальність дії такого РМ не перевищувала 100 миль (160 км). Для слухового прийому радіосигналів РМ на літаках встановлювались звичайні радіоприймачі. Чітке приймання букви А або ж букви N свідчило про те, що ПвС відхилилось від курсу польоту, а приймання радіосигналів букв А і N однакової потужності утворювало безперервний сигнал (букву Т), що дозволяло пілоту вважати, що політ виконується за заданим курсом. Розробка LFR за однією з версій приписується радіоінженерам Національного бюро стандартів, які запозичили дані про подібні європейські системи, а також внесли до них удосконалення, запропоновані Сигнальним корпусом армії США. За іншою - він був запатентований на початку 1927 року радіоінженером компанії "Ford Motor Co" Юджіном С. Донованом [3].

Згодом, після вдосконалень та інтенсивних і ґрунтовних випробувань, з'явились і середньочастотні РМ. Відбувався поступовий перехід від LFR до NDB. Модифіковувалися їх антенні системи (вони стали переважно однощогловими, меншими за розміром), зменшувалась потужність випромінювання передавачів, підвищилась стабільність частот, що випромінювали РМ. Крім плавного настроювання передавачі отримали можливість дискретного настроювання на робочу частоту. Змінювались діапазони їх робочих частот. У підсумку на сьогодні робота NDB передбачена у діапазоні від 190 до 1750 кГц. [4].

У колишньому СРСР перші відомості щодо застосування для літаководіння наземної загальновійськової передавальної радіостанції відносяться до 1927 року, коли на озброєння було прийнято перший бортовий радіопеленгатор типу АРП-1, який сумісно з радіостанцією утворював КР

РНС. До перших РМ, які було встановлено у 1930-1934 рр. на декількох аеродромах європейської частини колишнього СРСР відносять РМ типу 13А–1. Він представляв з себе радіостанцію стаціонарного типу зі спрямованим (секторним) випромінюванням. Потужність радіопередавача складала 2,3 кВт. Дальність дії – (300-350) км [5].

Назву "привідна" започатковано у 1930-х роках, коли радіостанції почали встановлювати на аеродромах і використовувати їх в основному для того, щоб "привести" літаки до аеродрому посадки.

У 1939 році з'явився мобільний варіант привідного РМ типу "Колба". Діапазон його робочих частот був від 275 кГц до 500 кГц. Потужність радіопередавача – 1,5 кВт. Дальність дії 375 км "Пеленгом", 350 км "Зоною" і 230 км – "На привід" (по радіонапівкомпасу). Точність визначення напрямку не перевищувала ±3-4°. У роки другої світової війни та у першому десятиріччі після її завершення послідовно використовувалися цілком лампові радіостанції - РАФ-ДВ, привідна аеродромна радіостанція ПАР, її модифікації ПАР-3Б та ПАР-3БМ. В подальшому на заміну їм надходили радіостанції ПАР-7 (АПР-7), ПАР-8 (АПР-8), ПАР-8С, зібрані цілком на радіолампах. В наступних радіостанціях ПАР-8СМ та ПАР-8СС, ПАР-9, ПАР-9М, ПАР-9МА, ПАР-9М2 вже було застосовано напівпровідникові прилади [6]. Радіостанція наступного покоління ПАР-10, зібрана цілком на твердотільній елементній базі та за усіма характеристиками відповідає вимогам ІСАО.

Список використаних джерел

- Воздушная навигация: Учебник. Монино : ВВА им. Ю.А. Гагарина, 1988. 484 с.
- Ярлыков М.С. Авиационные радионавигационные устройства и системы / М.С. Ярлыков, В.А. Болдин, А.С. Богачев. Москва : Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1980. 384 с.
- Електронний ресурс: https://flyingthebeams.com/extra-1/f/exploring-the-early-history-of-radio-navigation-in-aviation
- Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации. Авиационная электросвязь. – Т. I. Радионавигационные средства. Изд. 7. Монреаль: ICAO, 2018. – 698 с.
- Фуксман Б.А. Начало авиационной радиосвязи и радионавигации. Харьков : ХВВАУРЭ, 1984. 183 с.
- Родин Г.Д. Приводные радиостанции. Уч. пос. / Г.Д. Родин, В.И. Поливенок. Харьков : ХВВАУРЭ, 1984. 148 с.

УДК 656.835.91:629.73(477)"2022/2023"
А. Р. Стеценко, здобувач фахової передвищої освіти[1];
Н. О. Кононенко, здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти[2]
[1]Відокремлений структурний підрозділ «Аграрно-економічний
фаховий коледж Полтавського державного аграрного університету»
[2]Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
E-mail: arsiarsi2009@gmail.com; teacher.sg.04@agrokoledg.poltava.ua

Авіаційна рефлексія у сучасній українській філателії періоду воєнного стану

Сучасна українська марка трансформувалася з простого засобу оплати послуг у потужний медіа-ресурс та інструмент інформаційної війни. Дослідження авіаційної тематики у філателії 2022–2023 років дозволяє проаналізувати, як візуальні образи техніки стають символами державного спротиву та засобами міжнародного тиску для отримання необхідного озброєння.

Метою роботи є з'ясування ролі поштових мініатюр авіаційного спрямування у висвітленні подій російсько-української війни, дослідження їхньої меморіальної та комунікаційної функцій, а також висвітлення технічного контексту зображених об'єктів у науковій ретроспективі.

Поштовий випуск «Українська Мрія», введений в обіг 28 червня 2022 року, став третім знаковим виданням воєнного часу. Його поява була відповіддю на знищення окупантами 27 лютого 2022 року в аеропорту Гостомеля унікального літака Ан-225, що був світовим лідером за вантажопідйомністю та кількістю встановлених рекордів (понад 240 досягнень за версією FAI) [3]. З наукової точки зору, літак, створений у 1988 році для космічних програм, мав унікальну здатність транспортувати до 250 тонн вантажу. Проте у філателії цей технічний гігант набув ліричного забарвлення. В основу дизайну ліг малюнок одинадцятирічної Софії Кравчук, де літак зображений у квітковому оточенні, що символізує прагнення до зірок та неможливість знищити ідею свободи [5]. Марка виконала важливу соціальну місію: кошти від реалізації оригінального малюнка через систему «Прозорро.Продажі» було спрямовано на благодійність, зокрема для допомоги дітям, постраждалим від війни [5; 2].

Випуск «Винищувачі зла» (4 серпня 2023 року) ілюструє перехід філателії до виконання місії культурної дипломатії. Сюжет авторства Максима Паленка, де винищувач F-16 метафорично «перетирає» символ агресора на тертушці, відображає гостру потребу Збройних Сил України у сучасній авіації для захисту неба [1]. Технічна складова випуску акцентує увагу на характеристиках літака F-16, зокрема останньої модифікації V Block 70/72. Це багатоцільова машина довжиною 15 метрів з максимальною швидкістю понад 2 Махи, обладнана радаром APG-83 AESA, здатним

фіксувати цілі на відстані понад 370 км [4]. Марка отримала унікальний номінал «F+16.00», де літерний індекс відповідає тарифу рекомендованого листа, а цифра вказує на суму благодійного внеску на дрони, що підкреслює практичну корисність філателії для оборони держави [1].

Філателістичні випуски воєнного періоду успішно поєднують документальну точність із глибоким метафоризмом. Вони не лише фіксують історію втрат (як у випадку з Ан-225) та сподівань (як з F-16), але й залучають ресурси для благодійних і військових цілей. Сучасна марка є «м'якою силою», що транслює світу українські наративи через візуальні образи авіаційної техніки.

Список використаних джерел

1. «Винищувачі зла»: Укрпошта готується представити. *Укрпошта.* URL : https://www.ukrposhta.ua/ua/news/57942-vinishuvachi-zla-ukrposhta-gotutsja-predstaviti-poshtovu-marku-z-simvolom-bojovih-litakiv-f-16 (дата звернення: 28.02.2026).
2. «Українська Мрія»: в Україні 28 червня випустять поштову марку, присвячену легендарному Ан-225. *Вежа.* URL : https://vezha.ua/ukrayinska-mriya-v-ukrayini-28-chervnya-vypustyat-poshtovu-marku-prysvyachenu-legendarnomu-an-225/ (дата звернення: 28.02.2026).
3. Літак АН-225 «Мрія». *Український інститут.* URL : https://ui.org.ua/postcard/litak-an-225-mriya/ (дата звернення: 28.02.2026).
4. Мележик Т. Винищувач F-16: все, що потрібно знати про американський літак, основні характеристики. *ТСН.* URL : https://tsn.ua/ato/vinischuvach-f-16-vse-scho-potribno-znati-pro-amerikanskiy-litak-osnovni-harakteristiki-2053219.html (дата звернення: 28.02.2026).
5. Укрпошта випустила нову поштову марку «УКРАЇНСЬКА МРІЯ». *Укрпошта.* URL : https://www.ukrposhta.ua/ua/news/57690-ukrposhta-vipustila-novu-poshtovu-marku-ukranska-mrija (дата звернення: 28.02.2026).

21
Інноваційні технології в науці і освіті

УДК 621.7:621.9.
П. В. Бондаренко, студент[1]; Д. В. Семенова, викладач[1]
[1]Відокремленій структурний підрозділ «Фаховий коледж ракетно-космічного машинобудування Дніпровського національно університету імені Олеся Гончара»
E-mail: polina.bondarenkoo@icloud.com

Перспективи застосування лазерних технологій у машинобудуванні

Сучасний розвиток машинобудування характеризується активним впровадженням інноваційних технологій, спрямованих на підвищення точності виготовлення деталей, ефективності виробничих процесів та зниження матеріальних і енергетичних витрат. Одним із найбільш перспективних напрямів у цій галузі є застосування лазерних технологій, які забезпечують високоточну обробку матеріалів та можливість автоматизації виробничих операцій. Лазерні технології базуються на використанні когерентного монохроматичного випромінювання з високою щільністю енергії, що дозволяє здійснювати локалізований тепловий вплив на матеріал. Завдяки цьому лазерна обробка характеризується високою точністю, мінімальною шириною зони термічного впливу та високою повторюваністю технологічних операцій.

Одним із найбільш поширених напрямів використання лазерних технологій у машинобудуванні є різання металів та інших конструкційних матеріалів. Принцип лазерного різання полягає у фокусуванні лазерного променя на поверхні заготовки, внаслідок чого відбувається локальне плавлення або випаровування матеріалу. У сучасних промислових установках найчастіше застосовуються волоконні та CO_2 -лазери, потужність яких може досягати кількох кіловат. За допомогою оптичної системи лазерний промінь фокусується у невелику зону обробки, діаметр якої зазвичай становить від 0,1 до 0,5 мм. Це дозволяє отримувати високоточні контури деталей, мінімізувати втрати матеріалу та значно підвищити продуктивність виробництва. Лазерне різання широко використовується при виготовленні листових деталей, корпусних елементів машин та конструкцій складної геометричної форми.

Важливим напрямом застосування лазерів є також лазерне зварювання, яке використовується для створення нероз'ємних з'єднань металевих деталей. У процесі зварювання лазерний промінь концентрує значну кількість енергії у зоні контакту матеріалів, що призводить до їх локального плавлення та утворення міцного зварного шва. Порівняно з традиційними методами зварювання лазерна технологія дозволяє формувати вузький шов із мінімальною зоною термічного впливу, що значно зменшує деформації деталей та внутрішні напруження у матеріалі. Завдяки цим характеристикам лазерне зварювання широко використовується у виробництві автомобільних

кузовів, елементів авіаційної техніки, а також у виготовленні високоточних механічних вузлів.

Окрему роль лазерні технології відіграють у процесах поверхневої термічної обробки матеріалів. Під час лазерного загартування поверхневий шар металу швидко нагрівається до високих температур під дією лазерного випромінювання, після чого відбувається його інтенсивне охолодження за рахунок тепловідведення у внутрішні шари матеріалу. У результаті формується зміцнений поверхневий шар з підвищеною твердістю та зносостійкістю. Такий метод широко застосовується для підвищення довговічності деталей машин, зокрема зубчастих коліс, валів, напрямних та інших елементів, які працюють в умовах значних механічних навантажень.

Значний потенціал розвитку мають також лазерні технології у сфері адитивного виробництва. У таких технологіях лазер використовується для пошарового плавлення металевого порошку відповідно до тривимірної цифрової моделі виробу. Це дозволяє створювати складні конструкції, які практично неможливо виготовити традиційними методами обробки. Використання адитивних технологій у машинобудуванні відкриває можливості для оптимізації конструкції деталей, зменшення їх маси та скорочення кількості виробничих операцій.

Подальший розвиток лазерних технологій у машинобудуванні пов’язаний із вдосконаленням джерел лазерного випромінювання, підвищенням енергоефективності обладнання та інтеграцією лазерних систем у автоматизовані виробничі комплекси. Використання роботизованих систем керування та сучасних програмних засобів дозволяє значно підвищити точність технологічних процесів і забезпечити стабільну якість виготовлення деталей.

Очікується, що подальше впровадження високопотужних волоконних лазерів та інтелектуальних систем контролю процесу обробки сприятиме підвищенню продуктивності виробництва та розвитку інноваційних технологій у машинобудуванні.

Таким чином, лазерні технології є одним із ключових напрямів розвитку сучасного машинобудування. Їх використання забезпечує високу точність обробки матеріалів, покращення експлуатаційних характеристик деталей та оптимізацію виробничих процесів. Подальший розвиток та впровадження лазерних технологій сприятиме підвищенню конкурентоспроможності машинобудівної продукції та розвитку високотехнологічного виробництва.

Список використаних джерел

1. Лазерні технології у машинобудуванні : навч. посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Л. І. Пупань. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020.

2. Прогресивні технології у машинобудуванні: навч. посіб. для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти /Б.О. Коробко,

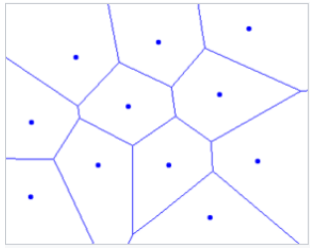
Є.А. Фролов, С.В. Попов, С.Г. Ясько. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020.
3. ЛАЗЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ. Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022.

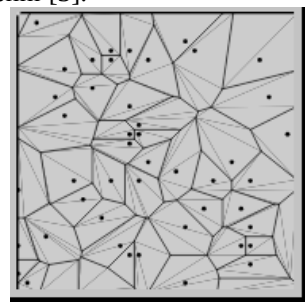
УДК 519.6

Б. С. Вершиніна, студентка[1]; Л. Я. Галактіонова, викладачка[1]
[1]ДПТНЗ «Криворізький центр професійної освіти робітничих кадрів торгівлі та ресторанного сервісу»
E-mail: kafedramath@ukr.net; bogdanaSV6@gmail.com

Деякі застосування множин Вороного на площині для організації роботи торговельних мереж

У математиці відомі діаграми Вороного [1, 2] (Voronoi diagram) для скінченної множини точок на площині як розбиття площини, для якого кожна область розбиття утворює множину точок, ближчих до якогось певного елемента згаданої множини, аніж до якогось іншого. У такій постановці задача про розбиття площини може виникати при плануванні розміщення мережі торговельних точок або закладів громадського харчування для території певного району міста чи самого міста. Приклад розбиття Вороного можна побачити на наступному зображенні [3].





У доповіді аналізується розміщення торговельних точок мережі магазинів АТБ в межах Металургійного району міста на предмет відповідності згаданих точок розбиттю Вороного. Аналізуються також причини невідповідності, однією з яких є істотна різниця геометричної метрики (відстані між точками на площині) та «метрикою» міста, а також різною щільністю населення в межах обраного району. Для вразування згаданих причин необхідна побудова моделі, яка може бути зваженим графом.

Список використаних джерел

1. Atsuyuki Okabe, Barry Boots, Kokichi Sugihara, Sung Nok Chiu, D. G. Kendall (2000). Spatial Tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams. John Wiley & Sons LtdK. URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470317013?msockid=3a766a79c12860953f617d42c01761b5
2. https://cs.brown.edu/courses/cs252/misc/resources/lectures/pdf/notes09.pdf

3. https://mathworld.wolfram.com/VoronoiDiagram.html

УДК 517.928

Г. В. Даниліна, заступник начальника
з навчально-методичної роботи, к.т.н., доцент[1]
М. О. Рашевський викладач, к. ф.-м. н., доцент[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: danilina@ukr.net; rashevskyi@krfk.kai.edu.ua

Оптимальне керування нестаціонарними системами із виродженням та післядією

Моделювання багатьох систем керування зводиться до задач оптимізації при тих чи інших умовах. Керування реальною системою передбачає дію вхідного сигналу, реакція на який потребує деякого (нерідко досить великого) проміжку часу. Останній випадок має місце у задачах, що моделюють процеси із певною хімічною реакцією. Тому моделями таких систем є диференціально-різницеві або функціонально-диференціальні системи рівнянь [1, 2].

У задачах радіотехніки типовими моделями є так звані системи алгебрично-диференціальних рівнянь, або системи з виродженнями. Останній вираз вживається для систем вигляду

$$\varepsilon^h B(t,\varepsilon)\frac{d\overset{\cup}{x}}{dt} = A(t,\varepsilon)\overset{\cap}{x} + C(t,\varepsilon)\overset{\cap}{u}$$

із виродженою матрицею $B(t, 0)$. Наявність запізнення описується доданком з відхиленням $\Delta > 0$ аргументу.

У доповіді використовуються позначення та постановки задач, описаних у роботі [3]. Розглядається система оптимального керування

$$\varepsilon^h B(t,\varepsilon)\frac{d\overset{\cup}{x}}{dt} = A(t,\varepsilon)\overset{\cap}{x} + D(t,\varepsilon)\overset{\cap}{x}(t-\Delta,\varepsilon) + C(t,\varepsilon)\overset{\cap}{u}$$

із тотожно виродженою матрицею при похідній.

У різних припущеннях про спектр головної в’язки матриць вивчається питання про побудову асимптотичного зображення розв’язку задачі оптимального керування системою з післядією у вигляді степеневого ряду. Отримано оцінки вигляду

$$\left\| x(\tau,\varepsilon) - x_k(\tau,\varepsilon) \right\| \le C\varepsilon^{p(k)}.$$

Список використаних джерел

1. Basin M., Rodriguez-Gonzalez J., Martinez-Zuniga R. Optimal control for linear systems with time delay in control input. *Journal of the Franklin Institute*. Volume 341, Issue 3, May 2004, Pages 267-278. URL: https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2003.12.004.

2. Boykov, I. V., & Krivulin, N. P. (2021). Methods for Control of Dynamical Systems with Delayed Feedback. *Journal of Mathematical Sciences*, 255(5), 561–573. https://doi.org/10.1007/s10958-021-05393-4

3. Даниліна Г.В., Новік Т.М., Рашевський М.О. Дослідження нестаціонарних систем автоматичного керування із запізненням. *Наукові праці Донецького національного технічного університету, серія «Проблеми моделювання та автоматизації проектування»*. №1 (21), 2025. С. 62-67. URL: https://pmap.donntu.edu.ua/sites/upload/articles/08_121_2025_danylina_novik_rashevskyi.pdf DOI: 10.31474/2074-7888-2025-1-21-62-67.

УДК 621.3.011.7:517.927.25:004.42
В. О. Довганенко, здобувач освіти гр. КІ-24-2/9-86[1];
О. А. Чорний викладач спецдисциплін вищої категорії, викладач-методист[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: v.dovhanenko@kre.dp.ua

Використання програмного забезпечення для розрахунку системи лінійних рівнянь у комплексних числах електричних кіл змінного струму

Аналіз складних електричних кіл змінного струму є фундаментальним завданням для інженерів-електриків та розробників електронної апаратури. Особливістю таких розрахунків є необхідність оперування комплексними числами, що дозволяє враховувати не лише амплітудні значення струмів і напруг, а й їхні фазові зсуви. При застосуванні класичних методів (метод вузлових потенціалів або метод контурних струмів) математична модель кола зводиться до системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) із комплексними коефіцієнтами. Зі збільшенням кількості вузлів та гілок кола ручний розрахунок стає надто трудомістким та схильним до помилок, що зумовлює актуальність використання спеціалізованого програмного забезпечення.

Розрахунок кола змінного струму в усталеному режимі базується на символічному методі, де реактивні опори індуктивностей та ємностей подаються як jωL та 1/(j\ωC) відповідно. СЛАР у матричній формі набуває вигляду:

$$[\dot{E}] = [Z] \cdot [\dot{I}]$$

або

$$[\hat{J}] = [Y] \cdot [\mathring{U}]$$

де [Z] та [Y] — матриці комплексних опорів або провідностей, [İ] та [Ů] — вектори невідомих комплексних струмів або напруг, а [Ė] та [Ĵ] — вектори заданих параметрів джерел енергії. Оскільки всі елементи матриць належать до поля комплексних чисел Ċ, розв’язання вимагає специфічних алгоритмів (наприклад, метод Гаусса або метод LU-розкладу, адаптований для комплексної арифметики).

Сучасний фахівець має у розпорядженні три основні класи програмного забезпечення для вирішення цих завдань:

1. Математичні пакети загального призначення (MATLAB, Mathcad, GNU Octave). Ці системи є найпотужнішими інструментами для роботи з матрицями. У MATLAB робота з комплексними числами є нативною. Користувачеві достатньо ввести матрицю коефіцієнтів **A** та вектор вільних членів **B**, після чого розв’язок знаходиться оператором «лівого ділення» **(X = A \ B)**. Це дозволяє миттєво отримувати результати для систем із сотнями невідомих. Mathcad зручний своєю візуальною формою представлення формул, що максимально наближена до рукописного конспекту, що важливо для освітнього процесу та інженерної документації.

2. Спеціалізовані середовища моделювання (NI Multisim, Proteus, Micro-Cap). Ці програми автоматизують процес формування СЛАР. Користувач малює графічну схему, а програмне ядро (зазвичай на базі SPICE) самостійно формує матриці провідностей та виконує розрахунок. Результати видаються у вигляді векторних діаграм або комплексних значень у звітах AC Analysis. Це звільняє інженера від рутинної математики, зосереджуючи увагу на фізичних процесах.

3. Мови програмування високого рівня (Python з бібліотекою NumPy). Для автоматизації серійних розрахунків або створення власних програмних продуктів часто використовується Python. Бібліотека NumPy підтримує тип даних complex128 і містить модуль numpy.linalg, який ефективно вирішує СЛАР. Це рішення є безкоштовним та гнучким для інтеграції в складні системи моніторингу електромереж.

Порівняльний аналіз підходів

Вибір програмного забезпечення залежить від поставленої мети. Для глибокого аналізу впливу параметрів (наприклад, побудова амплітудно-фазових частотних характеристик) найкраще підходять математичні пакети типу MATLAB. Вони дозволяють легко варіювати частоту ω та спостерігати за зміною коренів СЛАР. У навчальному процесі коледжів та університетів важливо поєднувати методи: спочатку виконувати розрахунок СЛАР у Mathcad для розуміння структури рівнянь, а потім верифікувати результат у Multisim шляхом симуляції схеми.

Висновки

Використання програмного забезпечення для розрахунку СЛАР у комплексних числах кардинально підвищує точність та швидкість проектування електричних кіл. Перехід від ручного обчислення до автоматизованого дозволяє змістити акцент з виконання арифметичних операцій на аналіз режимів роботи енергетичних систем. На сьогодні найбільш збалансованим рішенням для інженерних розрахунків залишаються пакети MATLAB/Octave, тоді як для швидкої перевірки схемних рішень незамінними є середовища SPICE-моделювання.

Список використаних джерел

1. Зеленський К. В., Коцур М. І., Новік В. Г. Електротехніка та основи електроніки : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2018. 450 с.
2. Шарпан О. Б. Моделювання та аналіз систем у MATLAB : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 182 с.
3. Д'яконов В. П. Mathcad в електротехніці та електроніці : навч. посіб. Житомир : Вид-во ЖДТУ, 2019. 216 с.
4. Николайчук Я. М. Комп'ютерне моделювання систем та процесів : навч. посіб. Тернопіль : ТНЕУ, 2021. 340 с.

УДК 004.056

М. С. Калайда, здобувач освіти[1];
О. С. Гринченко, викладач[1]; Т. О. Гринченко, викладач[1]
[1] Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного
підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: nikita.kalaida@krfk.kai.edu.ua;
oleksandr.grinchenko@krfk.kai.edu.ua

Моделі захисту промислових систем через контроль доступу

Сучасні промислові системи, зокрема автоматизовані системи керування технологічними процесами (Industrial Control Systems, ICS), є важливими елементами критичної інфраструктури. Їх функціонування безпосередньо впливає на безпеку виробництва, енергетики, транспорту та інших галузей. З огляду на зростання кількості кіберзагроз, питання забезпечення інформаційної безпеки таких систем набуває особливої актуальності [4].

Одним із ключових механізмів захисту промислових систем є контроль доступу до інформаційних ресурсів та компонентів системи. Контроль доступу визначає правила взаємодії користувачів, програмних процесів і технічних пристроїв із ресурсами інформаційної системи. Основною метою є запобігання несанкціонованому доступу та мінімізація ризиків порушення конфіденційності, цілісності та доступності інформації [2].

У сучасних інформаційних системах застосовується декілька базових моделей контролю доступу. Однією з найпоширеніших є дискреційна модель (Discretionary Access Control, DAC), яка передбачає надання прав доступу власником ресурсу. Такий підхід є достатньо гнучким, однак має певні недоліки, зокрема можливість неконтрольованого розповсюдження прав доступу між користувачами [1].

Іншою важливою моделлю є мандатний контроль доступу (Mandatory Access Control, MAC), який базується на централізованій політиці безпеки та класифікації інформації за рівнями доступу. Дана модель широко використовується в системах із підвищеними вимогами до безпеки, оскільки дозволяє чітко регламентувати правила доступу до інформаційних ресурсів [2].

У промислових системах особливого поширення набула рольова модель контролю доступу (Role-Based Access Control, RBAC). У цій моделі права доступу призначаються не окремим користувачам, а ролям, які відповідають функціональним обов’язкам працівників. Такий підхід дозволяє значно спростити адміністрування системи та зменшити кількість помилок при налаштуванні прав доступу [1].

У сучасних дослідженнях також розглядаються більш гнучкі моделі управління доступом, зокрема атрибутно-орієнтована модель (Attribute-Based

Access Control, ABAC), а також концепція «нульової довіри» (Zero Trust). У цих підходах рішення про надання доступу приймається на основі набору атрибутів користувача, контексту доступу та стану системи [3].

Таким чином, використання ефективних моделей контролю доступу є важливою складовою забезпечення кібербезпеки промислових систем. Поєднання різних підходів до управління доступом дозволяє підвищити рівень захищеності інформаційних ресурсів та знизити ризики несанкціонованого втручання у роботу критичних систем.

Список використаних джерел

1. Рзаєва С. Л., Складанний П. М., Машкіна І. В. Модель реалізації керування доступом на основі ролей (RBAC) у багаторівневій архітектурі сховища даних // Сучасний захист інформації. – 2025.

2. Партика А. І., Захарова Я. А. Модель безпеки та контролю доступу до даних у хмарних сервісах на основі механізму Identity and Access Management // Безпека інформації. – 2024.

3. Хорошко В. О., Браіловський М. М., Пархоменко І. О. Модель реалізації управління доступом до інформаційних активів у концепції нульової довіри // Безпека інформаційних систем і технологій. – 2024.

4. Коробейніков Ф. О. Онтологія цілей і задач резильєнтності для організаційного рівня систем захисту інформації // Електронне моделювання. – 2023.

УДК 37:004:316.4

О. Г. Осадча, викладач[1]
[1] Криворізький фаховий коледж державного некомерційного підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: ksenya_kr@krfk.kai.edu.ua

Трансформація освітнього середовища в умовах зміни поколінь: від цифрового навчання до метавсесвіту

Освіта ніколи не існувала окремо від суспільства. Вона завжди змінювалася разом із ним — інколи повільно, інколи різко, під тиском обставин. Сьогодні ми спостерігаємо саме такий момент: цифровізація, пандемія, війна — усе це не просто вплинуло на форму навчання, а фактично змусило її трансформуватися.

Проте найбільш глибинна причина змін полягає не лише в технологіях. Вона — у самих здобувачах освіти. Нові покоління приходять у навчальні аудиторії вже з іншим досвідом, іншим типом мислення, іншим сприйняттям світу, і що важливо, з іншими очікуваннями від навчання.

Саме тому сьогодні все частіше постає питання: «Чи відповідає сучасна освіта тим, кого вона навчає?» Адже освітня система, яка була ефективною для одного покоління, може виявитися абсолютно малоефективною для іншого.

Це пояснює теорія поколінь: люди, які формуються в однакових історичних умовах, мають спільні цінності, поведінкові моделі та способи сприйняття інформації і вони кардинально відрізняються між собою.

Тому важливо чітко визначити ці покоління та зрозуміти, чим саме вони відрізняються одне від одного.

У сучасних дослідженнях щодо класифікації поколінь найбільш поширеними є два підходи, які по-різному пояснюють еволюцію людських цінностей та способів пізнання світу. Перший — «класична теорія поколінь», запропонована Нілом Хау та Вільямом Штраусом, яка базується на ідеї циклічності історії. Згідно з нею, один великий цикл триває близько 80 років, а кожне покоління в ньому відіграє свою унікальну роль, формуючи соціальні цінності та спільний людський досвід. Проте сьогодні, коли технології змінюються швидше за звичні цикли, нам стає ближчою інша класифікація — Марка МакКріндла. Він висуває на перший план технологічний фактор і доводить, що саме цифрове середовище та швидкість доступу до інформації формують когнітивні особливості людини. Його підхід базується на чітких 15-річних циклах, де кожна нова генерація є «цифровою відповіддю» на попередній технологічний етап:

– **Покоління X (1965–1979):** формувалося в період значних економічних трансформацій та поступового переходу до цифрової епохи. Основні риси: прагматизм, високий рівень самостійності, прагнення до

стабільності та побудови кар'єри. Важливою особливістю є те, що представники цього покоління адаптувалися до нових технологій уже в дорослому віці [4].

– **Покоління Y / Міленіали (1980–1994):** це «перехідне» покоління, яке застало як аналоговий, так і цифровий світи. Вони відкриті до змін, ставлять у пріоритет самореалізацію та намагаються знайти баланс між роботою і особистим життям. Їхній світогляд сформувався під впливом глобальних подій та стрімкого розвитку інтернету [4].

– **Покоління Z (1995–2009):** перше покоління, яке вважається «digital natives» (цифровими аборигенами), адже вони з народження оточені гаджетами. Активно використовують технології в усіх аспектах життя. Для них характерні глобальне мислення, орієнтація на миттєвий доступ до будь-якої інформації, переважно візуальне сприйняття контенту та налаштованість на безперервне навчання [4].

– **Покоління Alpha (2010–2024):** перше покоління, що повністю народилося у XXI столітті. Вони зростають у середовищі тотальної цифровізації, активного розвитку штучного інтелекту та мобільних технологій. Це найбільш технологічно обізнане покоління, яке перебуває в стані постійного підключення до мережі («always on»). Їхні запити орієнтовані на високу інтерактивність та повну імерсивність (занурення) в цифровий досвід [4].

Виходячи з цієї теорії, можна стверджувати, що сучасна фахова освіта охоплює представників щонайменше трьох поколінь — X, Y (міленіалів) та Z. Це зумовлює необхідність поєднання різних підходів до організації освітнього процесу. І цілком зрозуміло, що традиційна модель навчання з її вимогами до фундаментальних системних знань та методами репродуктивного навчання дедалі більше втрачає свою ефективність. Виникає криза розуміння між тими, хто навчає, і тими, хто навчається.

Наразі певним компромісом є так звані інноваційні методи навчання, зокрема гейміфікація, інтерактивні формати, використання цифрових платформ та візуалізації, які добре відповідають запитам покоління Z і водночас є зрозумілими для попередніх поколінь.

Втім, ця ситуація є тимчасовою. Уже найближчим часом до системи фахової передвищої та вищої освіти повноцінно долучиться покоління Alpha. Це діти, які формуються в умовах постійної присутності цифрових технологій, штучного інтелекту та імерсивних середовищ (VR, AR, MR), що суттєво впливає на їхні когнітивні процеси, стиль навчання та сприйняття інформації. Вони не просто користуються технологіями — вони мислять у цифровому середовищі, тому для них навчання — це не про читання чи перегляд, а про взаємодію та моделювання. Тобто вони краще навчаються тоді, коли можуть «прожити» навчальний матеріал.

Це означає, що сьогоднішні інновації завтра можуть виявитися морально застарілими. Ми стоїмо перед необхідністю докорінної трансформації: від простого використання цифрових інструментів — до створення повноцінних освітніх екосистем у Метавсесвіті. Ключовими складовими метавсесвіту є технології доповненої та віртуальної реальності, цифрові об'єкти, аватари, електронні ідентичності, а також сервіси, що забезпечують інтерактивну й багатоканальну взаємодію між користувачами [2]. Тобто це гібридний простір, у якому взаємодіє необмежена кількість користувачів, а фізичний світ доповнюється або навіть частково переноситься у віртуальний [1].

У межах метавсесвіту навчання набуває принципово нового формату: студент не просто отримує інформацію, а взаємодіє з нею — проводить експерименти, моделює ситуації, комунікує з іншими учасниками у цифровому просторі.

Таким чином, метавсесвіт є не революцією, а закономірним продовженням розвитку цифрової освіти.

Водночас, попри значний потенціал, впровадження метавсесвіту в освіту супроводжується низкою проблем:

- недостатнє технічне забезпечення закладів освіти;
- висока вартість обладнання (VR/AR);
- потреба у підвищенні цифрової компетентності викладачів;
- ризики цифрової залежності та інформаційних маніпуляцій [3];
- відсутність нормативно-правової бази [3].

З огляду на це, його впровадження має відбуватися поступово, з урахуванням реальних умов, можливостей і потреб освітніх закладів.

Саме такий підхід дозволить не лише адаптувати освіту до сучасності, а й зробити її по-справжньому ефективною для майбутніх поколінь.

Список використаних джерел

1. Артьомова Т. І. Метавсесвіт як гібридний простір освітньо-професійної життєдіяльності та об'єкт наукового дослідження. *НаУКМА*. URL: https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/785417c6-e927-4cd7-a8ca-61c5c1fa7545/content

2. Бойченко М. Завдання для філософії освіти в Україні у світлі теорії поколінь. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. URL: https://enpuirb.udu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c62cc7b1-b44e-4e7f-a240-720a12bda5e4/content

3. Костенко О. В., Маньгора В. В. Метавсесвіт: правові перспективи регулювання застосування аватарів та штучного інтелекту. *Юридичний науковий електронний журнал*. URL: https://www.lsej.org.ua/2_2022/23.pdf

4. Dataconomy (2024). AI meaning: Generations X, Y, Z, and Alpha. URL: https://dataconomy.com/2024/09/24/ai-meaning-generations-x-y-z-and-alpha/

УДК 37.016:811.161.2’27
О. В. Пасічна, к. філол. н., доцент, викладач-методист[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: olena.v.pasichna@gmail.com

Удосконалення орфографічних умінь і навичок здобувачів освіти у процесі вивчення дисципліни «Українська мова (за професійним спрямуванням)»

Дисципліна «Українська мова (за професійним спрямуванням)» зорієнтована на піднесення загальної та професійної мовленнєвої культури майбутніх фахівців. Головним показником високої культури фахового мовлення є дотримання норм сучасної української літературної мови. Згідно з навчальною програмою «Українська мова (за професійним спрямуванням)» для закладів фахової передвищої освіти, що здійснюють підготовку фахових молодших бакалаврів (Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти», 2022 р.), метою означеної дисципліни є: ознайомлення здобувачів освіти з нормами сучасної української мови в професійному спілкуванні; підвищення загальномовного рівня майбутніх фахівців; удосконалення вмінь самоконтролю за дотриманням мовних норм у спілкуванні, навичок оптимальної мовної поведінки в професійній сфері [2, с. 3].

Культура писемного фахового мовлення безпосередньо пов’язана із дотриманням орфографічних норм. Рівень орфографічної грамотності здобувачів освіти, на жаль, не можна назвати високим. Тому особливої актуальності набуває робота з удосконалення орфографічних умінь і навичок у процесі вивчення дисципліни «Українська мова (за професійним спрямуванням)».

Здобувачі освіти мають володіти такими уміннями:

- знаходити в словах орфограми;
- правильно писати слова з вивченими орфограмами;
- правильно писати слова з орфограмами, що не підлягають правилам;
- знаходити і виправляти орфографічні помилки;
- групувати слова за видами орфограм;
- складати орфографічні таблиці та їх заповнювати.

Орфографічні навички здобувачів освіти передбачають:

- глибоке, свідоме засвоєння теоретичних положень орфографії;
- правильно організовану роботу над орфографічними помилками;
- добір власних прикладів до вивчених орфограм;
- користування таблицями й схемами [1, с. 86].

З-поміж названих орфографічних умінь на сьогодні, у час набуття чинності Нового українського правопису [3], найбільш дієвою формою для

засвоєння всіх змін у цьому документі, є складання орфографічних таблиць з чинним написанням слів. Зауважимо, що теперішні здобувачі освіти розпочали навчання в закладах середньої освіти за старим правописом, а з 2019 р. до травня 2024 р. відбувався п'ятирічний перехідний період на чинний правопис. Досвід роботи засвідчує, що не всі зміни в правописі легко засвоюються здобувачами освіти, тому при вивченні орфографічних норм на заняттях з курсу «Українська мова (за професійним спрямуванням)» доречним є ознайомлення з орфографічними таблицями з основними змінами:

Написання разом	слова з іншомовними компонентами *міні-, віце-, екс-, веб-, арт-, поп-* тощо (наприклад, *ексміністр, вебсторінка, попмузика*)
Пів окремо	невідмінюваний числівник *пів* зі значенням «половина» пишеться окремо (*пів аркуша, пів години, пів Києва*) *Разом* – тільки якщо це єдине поняття (*півострів, півкуля, півзахисник*)
Фемінітиви	утворення іменників на позначення жінок (*директорка, філологиня, поетка*)
Правопис слів іншомовного походження	*проєкт, проєкція* (замість *проект*), *етер* (поруч з *ефір*), *аудиторія* (замість *авдиторія* – варіантність).
Подвоєння	*Священник* (як *письменник*)
Варіантні форми родового відмінка	*радості* й *радости*, *любові* й *любови*

Задля удосконалення орфографічних умінь і навичок здобувачів освіти необхідно використовувати в процесі навчання такі види вправ:

- списування з пропуском орфограм;
- диктанти;
- словниково-орфографічні;
- орфографічний розбір;
- робота з орфографічним словником.

Отже, застосування орфографічних вправ та складання орфографічних таблиць у процесі вивчення дисципліни «Українська мова (за професійним спрямуванням)» дозволить підвищити рівень орфографічної компетентності

здобувачів освіти, що сприятиме нормативності писемного фахового мовлення.

Список використаних джерел

1. Пентилюк М. І., Окуневич Т. Г. Методика навчання української мови у таблицях і схемах. Київ : Ленвіт, 2006. 135 с.

2. Українська мова за професійним спрямуванням. Навчальна програма для закладів фахової передвищої освіти, що здійснюють підготовку фахових молодших бакалаврів / Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти», 2022. 15 с.

3. Український правопис. Київ : Наукова думка, 2019. 392 с.

УДК 621.7:621.9.

І. О. Пасічник, студент[1]; Д. В. Семенова, викладач[1]
[1]Відокремленій структурний підрозділ «Фаховий коледж ракетно-космічного машинобудування Дніпровського національно університету імені Олеся Гончара»
E-mail: werfuli23@gmail.com

Використання адитивних технологій у машинобудуванні

У сучасному машинобудуванні зростає потреба у швидкому створенні складних конструкцій, оптимізації виробничих процесів та зменшенні матеріальних витрат. Адитивні технології (3D-друк) є одним із найбільш перспективних напрямів інноваційного виробництва, що дозволяє отримувати деталі складної геометрії, які важко або неможливо виготовити традиційними методами. Адитивне виробництво базується на послідовному формуванні деталі шляхом нанесення шарів матеріалу відповідно до цифрової моделі, що забезпечує високий ступінь точності та повторюваності процесу.

У машинобудуванні застосовуються різні методи адитивного виробництва, серед яких найбільш поширеними є Selective Laser Melting (SLM), Direct Metal Laser Sintering (DMLS) та Laser Metal Deposition (LMD). В усіх цих методах лазер використовується для плавлення або спікання металевого порошку, формуючи деталь шар за шаром. Такий підхід дозволяє виготовляти деталі з унікальною внутрішньою структурою, зменшувати масу виробів, інтегрувати складні функціональні елементи без додаткового складання, а також створювати прототипи та експериментальні моделі в короткі строки.

Адитивні технології особливо ефективні при виробництві деталей із титанів, алюмінієвих та нержавіючих сплавів, що широко застосовуються у авіаційному, автомобільному та енергетичному машинобудуванні. Вони дозволяють скоротити витрати матеріалу, зменшити кількість операцій механічної обробки та знизити ймовірність виробничих дефектів. Крім того, адитивне виробництво забезпечує високий рівень персоналізації виробів, що є важливим при створенні унікальних або малосерійних компонентів.

Подальший розвиток адитивних технологій пов’язаний із підвищенням точності та швидкості роботи установок, використанням нових матеріалів, вдосконаленням систем комп’ютерного моделювання та інтеграцією процесів у цифрові виробничі лінії. Очікується, що впровадження роботизованих комплексів для автоматизації 3D-друку дозволить значно збільшити продуктивність та забезпечити стабільну якість деталей. Використання адитивних технологій у машинобудуванні відкриває нові можливості для оптимізації конструкцій, скорочення часу розробки та виготовлення компонентів, підвищення ефективності виробництва та конкурентоспроможності продукції.

Таким чином, адитивні технології є ключовим напрямом розвитку інноваційного машинобудування. Їх впровадження дозволяє отримувати складні деталі високої точності, зменшувати витрати матеріалу, скорочувати виробничий цикл та розширювати функціональні можливості машинобудівних виробів. Подальше вдосконалення технологій та інтеграція їх у цифрові виробничі системи забезпечить значне підвищення ефективності та конкурентоспроможності сучасного машинобудівного виробництва.

Список використаних джерел

1. Лазерні технології у машинобудуванні : навч. посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Л. І. Пупань. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020.

2. Бурбурська С. В., Пасічник В. А. Можливості адитивних технологій у виготовленні високотехнологічної продукції машинобудування та біомедичної інженерії.

3. Манжілевський О. Д., Іскович‑Лотоцький Р. Д. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування — Вінниця: ВНТУ, 2021.

УДК 681.758
В. Ю. Прокопенко, студент[1]; С. В. Джулай, завідувач лабораторії[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: prokopenko.vladyslav@krfk.kai.edu.ua; vqstas220283@gmail.com

Хмарне відеоспостереження (VSaaS) vs локальні сервери: що обрати у 2026 році?

У 2026 році відеоспостереження - це вже не «картинка для охорони», а сенсорна мережа.

Для того щоб обрати формат системи, важливо розуміти: Хмарне відеоспостереження (VSaaS) - це про сервіс та мобільність, а Локальний сервер - про автономність та одноразову інвестицію.

Хмарне відеоспостереження (VSaaS - Video Surveillance as a Service) - це технологія, при якій відео з камер передається, обробляється та зберігається на віддалених серверах провайдера в інтернеті («хмарі»), а не на локальному реєстраторі чи сервері.

Користувач отримує доступ до прямого ефіру та архіву через мобільний додаток або браузер з будь-якої точки світу. Не потрібні відеореєстратори (NVR), жорсткі диски та складні налаштування мережі. Достатньо лише камери та стабільного інтернету.

Хмарні сервери мають величезну потужність, тому вони легко розпізнають обличчя, номери авто, залишені предмети або навіть емоції людей без купівлі дорогого обладнання. Якщо зловмисник вкраде або розіб'є камеру, відеозапис моменту злочину вже знаходиться в хмарі, і його неможливо знищити фізично на місці. Є можливість підключити 1 камеру, а завтра - ще 100 по всьому світу, і керувати ними з одного особистого кабінету.

Хмарне відеоспостереження у 2026-му стало стандартом для розподіленого бізнесу (мережі магазинів, аптек, офісів).

Локальні сервери (On-premise) - це класична архітектура системи відеоспостереження, де обробка та зберігання відеоданих відбуваються безпосередньо на об'єкті за допомогою спеціалізованого обладнання.

У такій системі камери передають сигнал по локальній мережі (LAN) на фізичний пристрій: відеореєстратор (NVR/DVR) або виділений потужний сервер із встановленим програмним забезпеченням (VMS).

Камери (IP або аналогові) підключаються до локального комутатора або реєстратора. Сервер отримує потоки, записує їх на власні жорсткі диски (HDD) і аналізує відео за допомогою локальних потужностей (процесора або відеокарти).

Архів знаходиться у вашому приміщенні (у серверній шафі або сейфі). Монітори підключаються прямо до сервера, а віддалений доступ через смартфон можливий лише за наявності налаштованого інтернет-шлюзу.

Відео не потрапляє в інтернет без відповідного доступу, що критично для банків, режимних об'єктів та великих корпорацій. Система працює, записує та аналізує події навіть під час повного блекауту інтернету або кібератак на зовнішні сервіси.

Локальні сервери легко опрацьовують десятки камер у роздільній здатності 4K або 8K без затримок, які неминучі при передачі такого об'єму даних у хмару.

Обладнання та ліцензії купується один раз. Немає щомісячних платежів "за кожну камеру", що робить систему дешевшою у довгостроковій перспективі.

Найкраще рішення сьогодні - це Гібрид: запис ведеться локально на реєстратор, а "тривожні події" (наприклад, детекція людини вночі) миттєво дублюються в хмару.

До 2030 року різниця між хмарою та сервером зникне. Ми перейдемо до концепції Distributed Intelligence, де софт сам вирішуватиме, де обробити кадр - у процесорі камери, на локальному хабі чи у дата-центрі - залежно від навантаження мережі та вартості електроенергії.

УДК 681.758
Д. І. Прокопенко, студент[1]; С. В. Джулай, завідувач лабораторії[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: den27082005@gmail.com; vqstas220283@gmail.com

Майбутнє бездротових систем безпеки

Ще до недавно бездротові системи безпеки сприймалися як «іграшка» для квартир, офісі, приватних приміщень або тимчасове рішення. У більшості виникала думка: «Якщо немає дроту - немає надійності». Сьогодні ситуація кардинально змінилася. Ми знаходимось на порозі ери, де бездротові технології не просто наздогнали дротові, а й диктують правила гри на ринку безпеки.

Відбулася трансформації системи безпеки з простого «сповіщення про тривогу» у комплексну екосистему управління комфортом та захистом, яка розгортається за лічені хвилини.

Головний страх бездротових систем безпеки - глушіння сигналу. Сучасні протоколи (як-от Jeweller, PowerG чи Zigbee 3.0) працюють на принципі «стрибаючих частот». Якщо зловмисник намагається заглушити одну частоту, система миттєво перемикається на іншу. Майбутнє сучасних систем безпеки за інтелектуальним аналізом ефіру. Система при спробі її заглушити, не просто «втрачає зв'язок», вона розуміє, що її намагаються зламати, і миттєво сповіщає абонента, пульт охорони ще до того, як датчик було фізично пошкоджено.

Однією із найбільших перешкод для бездротових систем безпеки була необхідність частої заміни елементів живлення. Завдяки оптимізації софту та енергоефективним чипам, сучасні датчики майже 99 % часу знаходяться в режимі очікування.

На сьогоднішній час користувач не хоче купувати просто «сигналізацію». Він купує спокій та комфорт. Бездротові системи стають складовою частиною «Розумного будинку».

- Виникла протічка? Система сама перекриває воду.
- Датчик руху зафіксував стороннього? Вмикається світло та імітація присутності.

Це перетворює систему безпеки з «пасивного сторожа» на активного помічника, який взаємодіє з користувачем через смартфон 24/7.

Майбутнє бездротових систем безпеки - у відсутності хибних тривог. Завдяки AI-алгоритмам, вбудованим безпосередньо в датчики (Edge Computing), система здатна відрізнити коливання штор від руху людини, а домашніх тварин - від грабіжника. Це критично важливо для бездротових камер, де передача відео споживає багато енергії: камера активується лише тоді, коли AI підтверджує реальну загрозу.

Завдяки розвитку сучасних мереж NB-IoT та 5G, ми скоро відмовимося від поняття «центральний хаб» для деяких об'єктів. Кожен датчик зможе напряму підключатися до мережі оператора. А використання супутникового зв'язку (наприклад Starlink) дозволяє будувати автономні периметри охорони навіть у чистому полі, де немає жодних комунікацій.

Майбутнє бездротових систем безпеки - це невидимість, надійність та інтелект. Це системи, які встановлюються за годину, працюють роками й самі приймають рішення в критичних ситуаціях. Алгоритми, які гарантують безпеку в один клік.

УДК 004.8

Г. О. Семисал, здобувач освіти[1];
Т. В. Грабовчак, викладач вищої категорії, методист[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: tttvvv281@gmail.com

Штучний інтелект як «другий пілот»

Розвиток сучасних інформаційних систем призвів до появи концепції «AI Copilot», що розглядає штучний інтелект не як заміну людині, а як інтелектуального помічника. В галузі радіоелектроніки та комп'ютерної інженерії цей підхід дозволяє автоматизувати рутинні процеси, залишаючи за фахівцем прийняття стратегічних рішень. ШІ-асистент здатен аналізувати великі обсяги документації, пропонувати варіанти оптимізації топології друкованих плат або генерувати шаблони програмного коду для мікроконтролерів.

Одним із ключових аспектів використання ШІ як «другого пілота» є підвищення швидкості розробки. Використання великих мовних моделей (LLM) інтегрованих у середовища розробки (IDE), дозволяє інженеру отримувати підказки в режимі реального часу. Це значно знижує поріг входу в нові технології та зменшує кількість синтаксичних і логічних помилок на етапах проектування. Синергія людської інтуїції та обчислювальних потужностей алгоритмів машинного навчання створює умови для реалізації складніших проектів за менший час.

Математична модель взаємодії в системі «людина-ШІ» може бути частково описана через ймовірнісні характеристики прийняття рішень. Якщо ми розглядаємо ефективність системи E як функцію від вкладу людини H та допомоги асистента A, то спрощено це можна представити як:

$$E = f(H, A) = \alpha \cdot H + \beta \cdot A(H)$$

де параметр alpha відображає творчий потенціал, а beta — коефіцієнт ефективності автоматизації, що залежить від контексту завдань.

Важливим викликом залишається питання верифікації результатів, отриманих за допомогою ШІ. Оскільки моделі можуть припускатися «галюцинацій», роль людини як «першого пілота» полягає у критичному аналізі та валідації запропонованих рішень. Впровадження таких систем у навчальний процес коледжу радіоелектроніки дозволить підготувати фахівців, які володіють сучасним інструментарієм і здатні працювати в умовах високого темпу технологічних змін. Таким чином, ШІ-співпілот стає невід'ємною частиною сучасної інженерної культури.

Список використаних джерел

1) Дані про запуск **Ansys Engineering Copilot** — віртуального асистента, інтегрованого в середовище *Ansys Electronics Desktop*. Він допомагає інженерам оптимізувати високочастотні системи (HFSS) та зменшувати кількість помилок при проектуванні топології плат. Ansys 2025 R2 Accelerates Innovation with AI

2) Концепція синергії людини та ШІ, де алгоритм бере на себе рутину (пошук інформації, чернетки документації), а людина залишається «першим пілотом», що приймає остаточні рішення. Також звідти взято тези про зниження когнітивного навантаження на спеціаліста. Microsoft New Future of Work Report 2025 (PDF)

3) Статистичні дані про те, що розробники (та студенти) виконують завдання на **55% швидше** при використанні ШІ-асистента. Також підтверджено тезу, що ШІ найкраще справляється з шаблонним кодом (boilerplate), але потребує верифікації людиною через ризик «галюцинацій» (помилок). Research: Quantifying GitHub Copilot's impact on developer productivity

УДК 004.9
А. А. Сисоєва, здобувач освіти[1]; С. С. Терьошина, викладач[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: svetlana.tereshina@krfk.kai.edu.ua, sysoieva.anastasiia@krfk.kai.edu.ua

Мобільні технології у навчанні: можливості та переваги

У сучасному світі особливе місце займають мобільні технології. Вони швидко розвиваються та впливають практично на всі сфери життя людини. Смартфони, планшети та інші пристрої стали невід'ємною частиною життя учнів і студентів. Проте ці пристрої можна використовувати не лише для розваг, а й для отримання знань. Саме тому їх застосування у навчанні може зробити освітній процес більш зручним, цікавим та ефективним. Освіта як основний фактор розвитку суспільства повинна постійно адаптуватися до умов сучасного світу. З появою комп'ютерів та їх широким використанням почалися значні зміни в освітній сфері. Заклади освіти поступово впроваджували процеси інформатизації та комп'ютеризації. Комп'ютери почали використовуватися не лише як об'єкт вивчення, а й як ефективний засіб навчання. Саме це стало основою для подальшого розвитку мобільних технологій в освіті.

Поточний процес інформатизації забезпечує перехід суспільства від постіндустріальної фази розвитку до «інформаційної». Про інформацію йдеться як про стратегічний ресурс суспільства й держави. Сучасний фахівець будь-якого профілю, який перебуває в умовах інформаційного простору, що динамічно розвивається, мусить володіти вміннями, пов'язаними з отриманням, обробкою, аналізом і використанням інформації за допомогою засобів зв'язку й комп'ютерної техніки. Важливу роль у розвитку цих умінь відіграють навички роботи з відповідними програмними продуктами, вільно орієнтуючись у яких людина отримує можливість найефективніше вибудовувати свою діяльність у професійній, пізнавальній, комунікативній та інших сферах.

Стрімкий розвиток технологій за останні десятиліття сприяв тому, що комп'ютерна техніка стала доступною кожному і в наш час є невід'ємною частиною побуту для більшої частини сучасного суспільства. При цьому явно простежується тенденція переходу від стаціонарних персональних комп'ютерів до мобільніших, переносних пристроїв – ноутбуків, нетбуків, планшетів, смартфонів.

Kahoot. Цей сайт допоможе провести контрольні роботи, зрізи знань, тести й оцінювання в ігровій формі. На ньому викладач може створити опитування з будь-якої теми. Викладач може робити опитування яскравими, що подобається здобувачам освіти: додавати фото, малюнки, відео чи графіку. Також є можливість увімкнути на сайті режим усіляких бонусів,

наприклад – додаткові бали за негайні відповіді. Це перетворить навіть складний іспит на цікаве змагання.

Quizalize. Це онлайн-конструктор різноманітних навчальних вікторин, тестів та ігор. Його особливість у тому, що на запитання, які завантажив викладач, здобувачі освіти можуть відповідати і в аудиторії, і вдома. Немає необхідності, щоб усі здобувачі освіти проходили опитування одночасно. Після кожного запитання здобувач освіти сам бачить, чи правильно відповів, і скільки балів отримав за відповідь. При цьому програма враховує швидкість, з якою надано відповідь.

Nearpod. Це сервіс для створення презентацій, на основі яких можна провести ціле інтерактивне заняття або ж просто опитування. Викладач створює презентацію на певну тему, а код доступу до неї надсилає здобувачам освіти.

Технологія застосування електронної пошти використовується в реалізації проєктів, спрямованих на розвиток писемного мовлення й соціокультурних компетенцій, а також для забезпечення зворотного зв'язку зі здобувачами. Інтернет надає доступ до віддалених баз даних, інформаційно-довідкових систем, бібліотек при вивченні мови (електронні підручники, відеоматеріали, комп'ютерне тестування, контроль і самоконтроль знань).

Під час дистанційного навчання викладачі здебільшого користуються відеозв'язком: платформою Google Classroom для передачі інформації, перевірки робіт, проведення тестування й оцінювання здобувачів освіти. На платформах Skype і Zoom педагоги проводять онлайн-заняття, відеоконференції й індивідуальні консультації. Zoom і Skype виявилися зручними для пояснення нового матеріалу, контролю вимови, для вироблення навичок читання й аудіювання, для практики говоріння.

Платформа Google Classroom, яку найбільше вподобали викладачі української мови як іноземної, виявилася зручною і простою у використанні. Перевагами є те, що всі завдання зібрано в одному місці, здобувачі освіти отримують нагадування про виконання домашніх завдань, викладач має можливість бачити всі оцінки здобувача освіти за всі завдання й надавати зворотний зв'язок. Здобувачі можуть прикріплювати виконані завдання в різних форматах. Недоліками платформи можна вважати її перевантаження і зникнення файлів.

Отже, у процесі дистанційного навчання використовуються й синхронні засоби навчання (Zoom, Skype, Google Classroom, Viber, відеозв'язок), і асинхронні (електронна пошта, блоги, матеріали для опрацювання у вигляді аудіо- і відеофайлів, на які здобувачі записували свої відповіді й надсилали викладачу).

Мобільне навчання відкриває широкі можливості для підвищення якості освіти. Воно забезпечує доступ до навчальних матеріалів у будь-який час і з будь-якого місця, що є особливо важливим для студентів, які не мають змоги постійно перебувати у навчальному закладі. Це сприяє більш гнучкому

та індивідуалізованому навчанню, адже здобувачі освіти можуть працювати у власному темпі та обирати зручний для себе час для занять.

Мобільне навчання також дає змогу застосовувати інтерактивні та ігрові методи, що робить освітній процес більш цікавим і привабливим для студентів. Завдяки цьому підвищується рівень мотивації та покращується засвоєння навчального матеріалу.

Крім того, мобільні технології сприяють впровадженню інноваційних методик викладання, зокрема використанню віртуальної та доповненої реальності для створення інтерактивного навчального середовища. Це дозволяє зробити навчання більш наочним і зрозумілим, особливо при вивченні складних тем.

Отже, можливості мобільного навчання є досить широкими та ефективними, оскільки вони сприяють підвищенню якості освіти та відкривають нові перспективи як для студентів, так і для викладачів.

Використання мобільних технологій у навчальному процесі має значні переваги та відкриває нові можливості для підвищення якості освіти. Насамперед це пов’язано з тим, що сучасні мобільні пристрої дозволяють поєднувати різні види навчальної діяльності, забезпечуючи доступ до текстових, аудіо- та відеоматеріалів, інтерактивних завдань і тестів. Такий підхід сприяє більш глибокому розумінню навчального матеріалу та підвищує ефективність його засвоєння.

Мобільні технології забезпечують оперативний доступ до великого обсягу інформації, що дає змогу здобувачам освіти швидко знаходити необхідні дані, користуватися електронними підручниками, довідниками та іншими освітніми ресурсами. Це сприяє розвитку навичок самостійної роботи, вмінню аналізувати інформацію та використовувати її у практичній діяльності. Крім того, застосування мобільних технологій у навчанні сприяє активізації пізнавальної діяльності студентів. Використання інтерактивних додатків, онлайн-тестування, освітніх платформ і мультимедійних ресурсів робить процес навчання більш цікавим, різноманітним і мотивуючим. Завдяки цьому підвищується зацікавленість студентів у навчанні, а також покращуються результати їхньої навчальної діяльності.

Важливою перевагою мобільних технологій є можливість швидкого зворотного зв’язку між викладачем і здобувачами освіти. Це дозволяє оперативно перевіряти знання, виявляти помилки та своєчасно коригувати навчальний процес. Крім того, мобільні технології сприяють організації співпраці між студентами, забезпечуючи можливість обміну інформацією, спільної роботи над проєктами та обговорення навчальних питань. Ще однією важливою перевагою є формування цифрової грамотності, яка є необхідною складовою сучасної освіти. У процесі використання мобільних технологій студенти набувають навичок роботи з інформаційними ресурсами, вчаться ефективно використовувати сучасні засоби комунікації та адаптуватися до умов інформаційного суспільства. Таким чином, мобільні технології

виступають важливим інструментом удосконалення навчального процесу, оскільки сприяють підвищенню його ефективності, доступності та інтерактивності, а також формують необхідні компетентності для успішної діяльності в сучасному світі.

Розвиток мобільних технологій у навчанні має великі перспективи, оскільки сучасне суспільство постійно вдосконалює цифрові засоби та способи отримання інформації. Мобільні пристрої стають дедалі потужнішими та зручнішими у використанні, що дозволяє активніше застосовувати їх у навчальному процесі. Завдяки цьому студенти та учні можуть навчатися не лише у класі, а й у будь-якому місці та в будь-який час, що робить освіту більш доступною та гнучкою. У майбутньому роль мобільних технологій в освіті лише зростатиме, а інтеграція нових інноваційних методів навчання робитиме процес більш ефективним і персоналізованим.

Одним із важливих напрямів є використання нових технологій, таких як доповнена та віртуальна реальність. Ці інструменти дозволяють візуалізувати складні концепції, моделювати процеси та проводити інтерактивні практичні заняття, що підвищує розуміння матеріалу і робить навчання більш захопливим. Наприклад, вивчення природничих наук за допомогою 3D-моделей органів або хімічних реакцій у віртуальному середовищі допомагає студентам краще засвоювати інформацію та отримувати практичний досвід без ризику.

Активно розвиваються також мобільні додатки та освітні платформи. Вони стають більш зручними, інтерактивними та адаптованими під різні вікові групи та рівні знань. Використання ігрових елементів, тестів, вікторин і симуляцій підвищує мотивацію студентів і стимулює активне засвоєння матеріалу. Крім того, інтеграція таких платформ з соціальними мережами та месенджерами дозволяє обмінюватися знаннями, отримувати зворотний зв’язок і співпрацювати над груповими проєктами.

Важливим напрямом розвитку є й хмарні технології. Вони забезпечують надійне зберігання даних, легкий доступ до навчальних матеріалів та спільну роботу над проєктами. Студенти можуть одночасно працювати над документами, презентаціями чи завданнями, отримуючи миттєвий зворотний зв’язок від викладача. Це робить навчальний процес більш динамічним і дозволяє розвивати навички командної роботи та самостійного навчання.

У найближчому майбутньому очікується активне впровадження штучного інтелекту у мобільне навчання. ШІ допоможе створювати персоналізовані навчальні траєкторії, адаптуючи матеріал під індивідуальні потреби та темп засвоєння знань кожного студента. Крім того, технології аналізу великих даних дозволять оцінювати ефективність різних методик навчання та пропонувати вдосконалені підходи до викладання. Поєднання ШІ з доповненою та віртуальною реальністю та інтерактивними платформами

зробить процес навчання більш захопливим, динамічним і доступним, а мобільні технології допоможуть інтегрувати освіту у повсякденне життя студентів.

Мобільні технології у навчанні відкривають широкі можливості для здобувачів освіти та викладачів. Вони роблять процес навчання гнучким і доступним, дозволяють опановувати матеріал у зручному темпі та використовувати інтерактивні й візуальні методи для кращого розуміння складних тем. Також сучасні мобільні додатки та освітні платформи сприяють підвищенню мотивації та інтересу до навчання, а хмарні сервіси забезпечують зручний доступ до матеріалів і спільну роботу над проєктами. Загалом, мобільні технології стають невід'ємною частиною сучасного навчального процесу і відкривають перспективи для подальшого розвитку освіти.

Список використаних джерел

1. https://genezum.org/library/vprovadjennya-mobilnyh-tehnologiy-v-osvitniy-proces-za-dystanciynoyu-formoyu

2. https://repository.pdmu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/61b11d39-b915-40a5-8e7d-25fb9d122c62/content

3. Лещенко Т. О. Продуктивність електронного сервісу Kahoot під час вивчення предмета «Українська мова як іноземна» у закладі вищої медичної освіти / Т. О. Лещенко, М. М. Жовнір // Сучасна медична освіта: методологія, теорія, практика : матеріали Всеукр. навч.-наук. конф. з міжнар. участю (м. Полтава, 19 березня 2020 р.). – Полтава, 2020. – С. 124–127.

4. Романюк С. Дистанційне навчання іноземної мови: порівняльний аналіз сучасних платформ та онлайн-сервісів. Вісник Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля. Серія : Педагогіка і психологія. 2016. № 1. С. 318–325.

5. https://prometheanworld.com.ua/rozvytok-mlearning-pidhody-ta-strategiyi/

6. Киянка В., Шаповал Т. Ресурси мережі Інтернет як складова дистанційного навчання // Вісник Львівської національної академії мистецтв. – Львів : Вид-во ЛНАМ, 2013. – Вип. 24. – С. 103–110.

7. Терещук С. Технологія мобільного навчання: проблеми та шляхи вирішення // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2016. – Вип. 138. – С. 178–180.

8. Traxler J. Defining Mobile Learning // IADIS International Conference Mobile Learning. – 2005. – P. 261–266.

УДК 37.018.9:004
К. А. Хоміна,здобувач освіти[1]; С С. Терьошина, викладач[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: svetlana.tereshina@krfk.kai.edu.ua; khomina.kseniia@krfk.kai.edu.ua

Гейміфікація як інноваційний підхід до організації навчального процесу

Гейміфікація — це використання елементів гри в навчальних процесах з метою зробити навчання цікавішим та захоплюючим. Головна ідея — зробити навчання більш захоплюючим та залучити учнів. Це може включати в себе створення ігор, навчальних завдань та системи винагород.

Гейміфікація має численні переваги для навчання. По-перше, вона підвищує мотивацію учнів, адже гра завжди цікава, і коли вона використовується в навчанні, учні більше зацікавлюються матеріалом. Гейміфіковане навчання також сприяє розвитку важливих навичок, таких як співпраця та розв'язання проблем — учні вчаться працювати в команді та розв'язувати завдання, що сприяє їхньому особистому розвитку.

Гейміфікація допомагає розвивати критичне мислення, краще запам’ятовувати інформацію, робить знання доступнішими (наприклад, для людей з інвалідністю подеколи безпечніше досліджувати нову тему через ігри, ніж відразу братися за це в реальному житті); не обмежується класом (можна вводити елементи гри і в домашню роботу, і в позакласну діяльність).

Згідно з даними компанії Statista, у 2022 році у світі нараховувалося три мільярди користувачів, які грають в будь-які ігри час від часу, і очікується, що надалі це число зростатиме. До того ж в ігри грають не лише діти й підлітки, як заведено вважати: згідно зі звітом Європейської федерації розробників ігор (European Games Developer Federation) за 2022 рік, середній вік гравця-європейця становить 32 роки, а найбільша частка гравців у Європі припадає на аудиторію 45–64 роки (25 %). Це означає, що ігрові механіки та компоненти можна використовувати не лише у роботі зі школярами та студентами, а й з іншими групами населення.

У гейміфікації є потенціал зробити світ кращим місцем. Зокрема, журналісти за допомогою ігор можуть зрозуміло показати комплексну проблему для своєї аудиторії, а та своєю чергою зможе проявити емпатію до тих, хто стикається з цією проблемою, й відповідно вимагати певних рішень від уряду, корпорацій тощо. Наприклад, британське видання Financial Times розробило гру про робочі умови водіїв Uber, аби сформувати у своїх читачів розуміння, як це — намагатися заробляти в умовах гіг-економіки (модель трудових відносин, яка грунтується на короткострокових контрактах або неформальних домовленностях); у 2018 році ця гра отримала «золото» на International Serious Play Awards (премія, яка відзначає освітні продукти, які містять ігрові елементи).

Прикладами гейміфікації можуть бути різні таблиці успішності учнів. У початкових класах багатьох шкіл використовують різні спеціальні позначки і значки за успіхи в навчанні. Як уже було зазначено раніше, гейміфікація – це впровадження ігрових принципів у навчальний процес; ще одним способом гейміфікації може бути принцип заохочень — такі заохочення часто використовують у дитячому садку і молодших класах школи. Наприклад, у класі можуть бути встановлені винагороди кращому учневі місяця або чверті. По суті, сам навчальний процес, у якому використовують оцінки, від початку гейміфікований. Оцінювання передбачає конкуренцію: кожен учень намагається не відставати від своїх однокласників. Завдання вчителя – додати більше гри в ті навчальні процеси, у яких вона не використовується.

Найчастіше гейміфікація використовується в точних та природничих науках, як от математика чи хімія. Наприклад, після впровадження математичних ігор у навчальний процес в Університеті Флориди, студенти не лише підвищили успішність, але й переосмислили для себе предмет, а деякі з них навіть зізналися, що побороли фобію математики. Гейміфікація здатна суттєво полегшити вивчення іноземних мов — досвід вчителів свідчить, що гейміфіковані формати спрощують запам’ятовування нового матеріалу; найпростішими способами гейміфікації у вивченні іноземної мови онлайн і офлайн є флешкартки та вікторини.

За допомогою ігор можна вивчати багато шкільних предметів і тем зі шкільної програми. Також цей метод можна використовувати для подання додаткового матеріалу з різних предметів або розвитку різних навичок. В ігровому навчанні доцільно використовувати метод моделювання — наприклад, на уроках історії можна використовувати різні ігри-симулятори. З їх допомогою діти вчаться будувати держави в різні історичні епохи, аналізувати, формувати стратегії, знаходити рішення складних завдань; за допомогою симуляторів діти починають розуміти складні концепції (такі як управління ресурсами, політична стратегія, дипломатія тощо). На відміну від традиційних уроків, упродовж гри учні вивчають правила, а потім шукають їх застосування в обставинах, що постійно змінюються. Ігри, які використовуються у навчанні, розвивають в учнів змагальний дух, врівноваженість, завзятість, уміння знаходити рішення методом спроб і помилок, стратегічне мислення і багато інших важливих навичок.

Гейміфікацію в освіті слід відрізняти від ігрового навчання, на чому наголошує К.М. Мехед. Гейміфікація активно застосовує ігрові механіки як допоміжні до традиційного навчання, але не інтегрує їх повністю. Зокрема, процеси традиційного навчання лише використовують досвід, здобутий здобувачем освіти-гравцем під час виконання ігрових елементів. Ігрові елементи та власне саме навчання, за умови гейміфікації освітнього процесу, не змішуються повністю. Однак у випадку ігрового навчання відбувається повна інтеграція ігрових елементів в освітній процес — ігрове навчання

передбачає здобуття нових знань, формування та розвиток навичок виключно в ігровому контексті та ігровими засобами. Диференційованість навчального та ігрового елементів виступає головний критерієм розподілу гейміфікація та ігрового навчання.

До аспектів гейміфікації традиційно відносять такі складові :

– динаміка – реалізація певного ігрового сценарію, який розвивається з часом та потребує взаємодії з гравцем у режимі реального часу;

– механіка – типові, властиві більшості поширеним електронним іграм, інші елементи гри на зразок рівнів, бонусів, віртуальних товарів тощо;

– естетика – ігровий дизайн, атмосфера, які сприяють загальному враженню гравця від гри, його участі в ігровому процесі;

– соціальна взаємодія – функціональні можливості комунікації між гравцями, типові для сучасних багатокористувацьких ігор. Розробка кожного з аспектів, підбір найбільш доцільних рішень необхідні для інтеграції максимально ефективних систем гейміфікації в освіті. Гейміфікація освітнього процесу вирішує низку проблем традиційної освіти, проте також має недоліки. У таблиці 2 проаналізовано та порівняно основні переваги і недоліки традиційного освітнього процесу та освітнього процесу з гейміфікацією.

Чому гейміфікація ефективна:

– Підвищує цікавість та прискорює опанування теми. Коли ми навчаємось граючи, то максимально занурюємося у процес. Гейміфікація на уроках англійської мови полегшує опанування складних тем, адже нова інформація сприймається легше, коли ми практикуємось та відтворюємо знання в парі чи групі, аніж коли читаємо чи слухаємо лекції на самоті. Викладачі, що допомагають учням будь-якого віку та рівня знань навчатися цікавіше;

– Забезпечує миттєвий зворотний зв'язок. Учні одразу розуміють, чи потребує тема повторного вивчення, чи є вже достатньо засвоєною;

– Сприяє соціалізації. Завдяки парним чи груповим ігровим форматам, учні, що мають складнощі із налагодженням соціальних зв’язків, легше адаптуються в колективі. Колективні гейміфіковані формати сприяють співпраці, а не конкуренції, а це також покращує колективний дух;

– Заміняє застарілі системи оцінювання. Наприклад, в Університеті Індіани викладач вирішив відмовитися від стандартного оцінювання. Натомість він почав використовувати власну систему «балів досвіду». Тепер його учні не отримують «хороші» чи «погані» оцінки, а набирають бали за збагачення свого досвіду. Вони, так само як й інші учні, беруть участь у квестах і вікторинах чи розробляють проєкти, проте їхньою фінальною оцінкою стає кількість накопичених «балів досвіду». Оскільки протягом курсу неможливо отримати погану оцінку, кожний виклик приносить студентам радість, а не фрустрацію. Викладач пояснює ефективність свого

методу схожістю до принципу роботи відеоігор, що робить систему оцінювання більш зрозумілою та ближчою для молодих людей;

– Спрощує та робить цікавішою домашню роботу. Гра може продовжуватися й після дзвоника. У якості домашнього завдання можна запропонувати учням пройти квест або вікторину, заповнити кросворд чи створити власний.

Список використаних джерел

1. https://www.jta.com.ua/knowledge-base/yak-zastosovuvaty-heymifikatsiiu-u-navchalnomu-protsesi/?utm_source
2. https://dity.in.ua/statti/rozvitok-i-vikhovannya/geymifikaciya-v-navchanni-perevagi-ta-vpliv-na-maybutne-osviti?utm_source
3. https://osvita.ua/school/method/80683/?utm_source
4. https://buki.com.ua/news/scho-take-geimifikatsiia/?utm_source
5. https://ekhsuir.kspu.edu/server/api/core/bitstreams/a8421444-97e9-4901-8253-029c9bebe5d9/content

УДК 378.147:004.9
О. А. Чорний, викладач спецдисциплін вищої категорії, викладач-методист[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: chorneyalexander@gmail.com

Впровадження проєктного навчання при вивченні дисципліни «Відеоінформаційні технології»

У сучасному освітньому просторі підготовка фахівців у галузі IT та медіатехнологій вимагає відходу від класичних репродуктивних методів навчання. Дисципліна «Відеоінформаційні технології» є ідеальним майданчиком для впровадження методу проєктів (Project-Based Learning — PBL), оскільки вона поєднує глибоку технічну базу з високим рівнем креативності. Проєктне навчання передбачає зміщення акценту з пасивного накопичення знань на активну практичну діяльність. В основі курсу лежить робота над комплексним, реалістичним завданням, яке імітує професійну діяльність відеографа, монтажера або фахівця з візуальних ефектів. Замість виконання розрізнених лабораторних робіт (наприклад, окремо «кодування відео» та окремо «накладання титрів»), студенти залучаються до створення цілісного медіапродукту. Найбільш ефективним кейсом у цьому контексті є проєкт «Мій коледж: навчання та соціальне життя».

Реалізація PBL при вивченні відеоінформаційних технологій проходить через кілька ключових етапів:

1. Планування та концептуалізація: Студенти об’єднуються в творчі групи (команди), розподіляючи ролі: сценарист, оператор, режисер монтажу, спеціаліст із постпродакшну. Це закладає фундамент навичок командної роботи (soft skills).

2. Технічне проектування: На цьому етапі відбувається інтеграція знань з різних дисциплін. Студенти мають врахувати параметри дискретизації сигналу, формати стиснення, роздільну здатність та частоту кадрів, що апелює до знань з фізики, математики та теорії інформації.

3. Виробничий цикл: Зйомка та монтаж відеороликів про студентське життя. Це «оживлює» навчання, роблячи його особистісно значущим. Використання власного соціального досвіду як контенту підвищує мотивацію.

4. Критичний аналіз та рефлексія: Перегляд готових проєктів, де кожна група захищає свої технічні рішення (вибір кодека, методів кольорокорекції тощо).

Проєктне навчання змушує студента бути не просто «користувачем софту», а інженером-проєктувальником. Коли перед командою постає проблема обмеженого дискового простору при збереженні високої якості 4K-відео, активується критичне мислення: вони мають обрати оптимальний

алгоритм компресії, зважуючи всі «за» і «проти». Інтеграція знань відбувається на перетині:

• Технічних дисциплін: знання архітектури ПК, мережевих протоколів для стрімінгу та алгоритмів обробки сигналів.

• Творчих аспектів: композиція кадру, психологія сприйняття кольору, динаміка монтажу.

• Результатом такого підходу є не лише оцінка в журналі, а портфоліо, яке студент може продемонструвати майбутньому роботодавцю. Організація процесу навколо створення роликів про соціальне життя дозволяє студентам відчути себе частиною професійної спільноти, де технічна грамотність є інструментом реалізації ідей.

• Командна робота в межах проєктів вчить делегуванню, вирішенню конфліктів та відповідальності за спільний результат — навичок, які є критичними в сучасних IT-компаніях, що працюють за методологіями Agile та Scrum.

Впровадження проєктного навчання при вивченні «Відеоінформаційних технологій» трансформує аудиторію на творчу лабораторію. Це дозволяє підготувати не просто фахівця, який знає інтерфейс відеоредактора, а професіонала, здатного до комплексного розв'язання складних технічних завдань у динамічному медіасередовищі.

Список використаних джерел

1. Бендер В. Н. Проєктне навчання: диференціація та персоналізація для XXI століття / пер. з англ. Київ : Освіта, 2020. 240 с.
2. Мейєр Р. Е. Мультимедійне навчання / пер. з англ. 3-тє вид. Кембридж : Видавництво Кембриджського університету, 2021. 456 с.
3. Вейнанд Д. Як працює відео: від аналогового до цифрового. Нью-Йорк : Routledge, 2022. 312 с.
4. Озер Д. Відеокодування в цифрах: позбавлення від здогадок у потоковому відео. Галілея : Streaming Learning Center, 2023. 280 с.
5. Гупта С., Агравал А. Цифрова трансформація в освіті: нові технології та інноваційна педагогіка. Берлін : Springer, 2024. 350 с.
6. Міллер А. Створення змістовного навчального досвіду: посібник з проєктного навчання. Сан-Франциско : Edutopia, 2021. 198 с.
7. Інформаційні технології в освіті : навч. посіб. / за ред. О. В. Співаковського. Херсон : ХДУ, 2022. 210 с.

22
Технічне моделювання

УДК 656.7.05:656.7.08:005.334
І. М. Буцик, к.п.н., начальник відділу розслідувань та аудитної діяльності[1]
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5274-9991
[1]Державне підприємство обслуговування повітряного руху України
E-mail: Butsyk_IM@uksatse.aero

Практичні аспекти застосування методу дерева подій для аналізу помилок персоналу при управлінні повітряним рухом

На сучасному етапі функціонування аеронавігаційної системи забезпечення безпеки польотів є пріоритетним напрямом діяльності авіаційного транспорту та невід'ємною складовою національної безпеки. Одним із ключових елементів державної політики у цій сфері є підвищення ефективності розслідування авіаційних подій та інцидентів [1]. Для належного аналізу обставин таких подій та встановлення їх причин необхідним є постійне вдосконалення методології проведення розслідування, що забезпечить системний підхід до дослідження причин і умов їх виникнення, а також оцінювання впливу помилок авіаційного персоналу на розвиток цих подій.

Одним з методів аналізу причин порушення мінімумів ешелонування під час обслуговування повітряного руху (ОПР) є аналіз дерева подій (Event Tree Analysis, ETA). У межах цього підходу діяльність розглядається як послідовність подій у часі з двома можливими результатами, які ґрунтуються на аналізі виконаних завдань та результатах їх реалізації. Під час аналізу відмов (помилкових дій) людини кожен вузол розгалуження має лише два можливі результати (успіх або відмова/невдача).

Метод дає змогу системно ідентифікувати причини відмов та встановити логічні взаємозв'язки між ними. Його застосування є ефективним інструментом для виявлення небезпечних факторів, які проявляються у вигляді відмов бортового та наземного обладнання, а також помилок з боку авіаційного персоналу. Такі чинники можуть виступати як безпосередніми, так і супутніми причинами авіаційних подій чи інцидентів.

Метод дозволяє визначити ключові етапи розвитку потенційно-конфліктної ситуації (ПКС), на яких виникали помилки у діях диспетчера управління повітряним рухом (УПР), класифікувати їх за основними функціональними етапами операторської діяльності: моніторинг (увага), сприйняття інформації про повітряну обстановку, прогнозування розвитку ситуації, прийняття рішень та комунікація (передача вказівок та дозволів). Це дає змогу оцінити ефективність дій диспетчера УПР та екіпажу повітряного судна (ЕПС), спрямованих на своєчасне виявлення й усунення загрози для безпеки польотів.

Як зазначає О.О. Семак, відмова людини-оператора – це відхилення, за якого неможлива подальша робота оператора, або показники його діяльності

не забезпечують досягнення поставленої мети. [2]. Основними причинами відмов у діяльності диспетчера УПР є помилки під час сприйняття та аналізу інформації про повітряну обстановку (ПО), виявлення та прогнозування розвитку потенційної конфліктної ситуації (ПКС), прийняття і реалізації рішень, а також застосуванні коригувальних заходів. Під ПКС, розуміють таке взаємне розташування повітряних суден (ПС), коли невтручання диспетчера УПР обов'язково призведе до конфліктної ситуації. Конфліктна ситуація (КС) – це наближення ПС одне до одного у просторі й часі на відстань менше ніж встановлені мінімуми ешелонування.

Зазначимо, що адекватне сприйняття диспетчером УПР інформації, своєчасність виявлення ПКС та правильність прогнозування її розвитку значною мірою залежить від інтенсивності повітряного руху, зокрема від кількості ПС, що одночасно перебувають під контролем диспетчера УПР, а також від обсягів інформації, відображеної на дисплеях ПО. При цьому ефективність дій диспетчера УПР значною мірою визначається своєчасністю прийняття рішення та надання відповідних вказівок та дозволів ЕПС. Реалізація диспетчером УПР рішення передбачає не лише своєчасну передачу вказівок та дозволів ЕПС, але і подальший контроль за його виконанням.

Найпоширенішою причиною порушень мінімумів ешелонування, що зазначається у звітах за результатами розслідувань, є неуважність диспетчера УПР та неспроможність своєчасно приймати рішення або коригуючі дії. Через неуважність погіршується ефективність сприйняття, пам'яті та мислення. Основними психологічними факторами помилок є зниження пильності через відволікання диспетчера УПР від контролю за рухом ПС та недостатня уважність при сприйнятті ПКС, особливо під час простої ПО. Відволікання від роботи, наприклад використання мобільних засобів зв'язку, читання на робочому місці або сторонні розмови знижують концентрацію уваги та перешкоджають адекватному сприйняттю інформації. Втрата ситуаційної обізнаності створює прямі передумови для помилок при ОПР та може стати причиною виникнення інцидентів (подій). Така поведінка, як правило, є проявом самовпевненості та недбалості і, з часом, може призвести до помилкових дій у складній ПО, де їх значно важче виявити та виправити. У результаті диспетчер УПР може невчасно ідентифікувати ПКС, некоректно проаналізувати параметри польоту літаків (швидкість, курс, рівень польоту тощо), неправильно спрогнозувати її розвиток та несвоєчасно вжити коригуючих дій. Відсутність належного контролю за ПО унеможливлює виявлення та адекватне реагування на помилки ЕПС з боку диспетчера УПР. Також це призводить до запізнілої реакції на спрацювання наземних засобів попередження про КС, а саме функції попередження про конфлікт (Short-term conflict alert – STCA) яка реалізована в автоматизованих системах керування повітряним рухом. Зауважимо, що враховуючи фактор раптовості, забезпечити належне реагування на спрацювання функції STCA вкрай складно.

Для системного аналізу дій диспетчера УПР та ЕПС, а також ідентифікації відмов у системі «диспетчер УПР – екіпаж ПС», які можуть призвести до порушення встановлених мінімумів ешелонування, побудовано «дерево подій» (рис.1), яке дозволило визначити ключові етапи, де існує ймовірність помилок/відмов, їхні основні причини та наслідки для безпеки польотів.

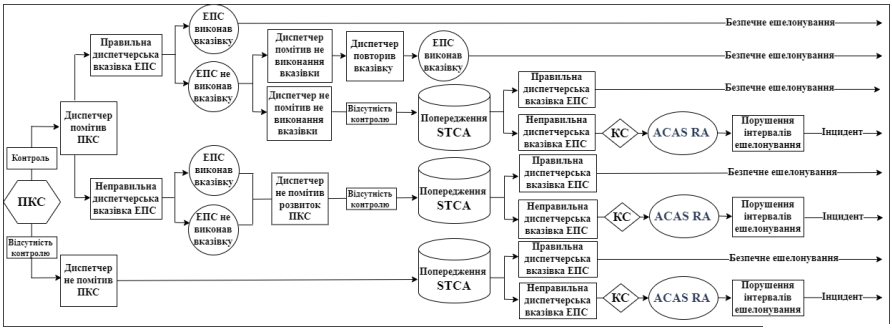


Рисунок 1 – Схема дерева подій для аналізу відмов у системі «диспетчер УПР – екіпаж ПС».

Схема дерева подій (рис. 1) наочно демонструє логіку розвитку ПКС від початкової події до можливого кінцевого результату. У схемі визначено ключові етапи розвитку ситуації, на яких існує ймовірність помилок. Взаємодію в системі «диспетчер УПР – екіпаж ПС» умовно поділено на п’ять основних етапів (1-5) та два додаткових (6,7). Кожен з зазначених етапів характеризується можливістю виникнення помилок, зокрема:

1. Сприйняття та аналіз диспетчером УПР інформації про ПО;
2. Аналіз диспетчером УПР інформації і прогнозування розвитку ПКС;
3. Прийняття рішення та передача вказівки (дозволу) ЕПС;
4. Контроль за виконанням ЕПС наданої вказівки(дозволу);
5. Здійснення диспетчером УПР коригувальних дій у разі необхідності;
6. Передача диспетчером УПР вказівки ЕПС при спрацюванні функції попередження STCA;
7. Реакція ЕПС на спрацьовування бортової системи запобігання зіткненням у повітрі – ACAS RA (Airborne Collision Avoidance System, Resolution Advisory).

Як показано на рис.1, своєчасне та правильне виконання дій навіть за наявності відмови на будь-якому з п’яти основних етапів дозволяє забезпечити безпечне ешелонування ПС. Попередження системи STCA (6-й етап) надає диспетчеру УПР можливість терміново звернути увагу на небезпечний розвиток ПКС і за умови ефективних дій запобігти виникненню

КС, що могло б призвести до порушення встановлених мінімумів ешелонування.

У разі неефективних дій після попередження STCA, цілком ймовірно, що на 7-му етапі спрацює бортова система запобігання зіткненням ACAS (TA/RA). Після отимання диспетчером УПР доповіді від ЕПС про виконання маневру ПС відповідно до рекомендацій ACAS RA щодо усунення загрози зіткнення, диспетчеру УПР забороняється надавати ЕПС вказівки, які суперечать рекомендаціям бортової системи. На цьому етапі фактично відбудеться порушення встановлених мінімумів ешелонування (інцидент), і лише правильні та своєчасні дії ЕПС можуть запобігти більш серйозним наслідкам. Саме тому важливо детально аналізувати весь комплекс причинно-наслідкових взаємозв'язків між подіями та їх вплив на виникнення порушення [3]. Аналіз взаємозвязків між подіями на всіх етапах розвитку ситуації (рис. 1) свідчить, що одним з основних проявів людського фактора у системі «диспетчер УПР – екіпаж ПС», є неуважність диспетчера УПР, що призводить до втрати ситуаційної обізнаності та зниження рівня пильності під час контролю за рухом ПС і прийнятті рішень.

Метод «дерево подій» дозволяє системно аналізувати помилки персоналу на ключових етапах розвитку ПКС та формалізувати процес виявлення помилок/відмов у системі «диспетчер УПР – екіпаж ПС». Використання цього методу дає змогу встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між діями персоналу, технічними факторами та умовами ОПР. Послідовне відстеження таких взаємозв'язків сприяє виявленню системних недоліків під час ОПР, підвищує об'єктивність розслідування, та забезпечує обгрунтовування рекомендацій щодо контролю за помилками і розробки профілактичних заходів, спрямованих на підвищення рівня безпеки польотів.

Список використаних джерел

1. Про схвалення Державної програми з безпеки польотів: розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 червня 2021 р. № 656-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua

2. Семак О.О. Основи інженерної психології : навч.-метод посіб. – Івано-Франківськ: Плай, 2006. 106 с.

3. Методологія оцінювання систем управління: метод. рекомендації: Затв. наказом Державіаслужби України від 06 березня 2021 № 391. URL: https://avia.gov.ua/

УДК 004.896:621.3.049.77:377.36
Є. Ю. Григоренко, здобувач освіти гр. ЕА-24-1/9-84[1]; О. А. Чорний, викладач спецдисциплін вищої категорії, викладач-методист[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: ye.hryhorenko@kre.dp.ua

Порівняння сучасних систем автоматичного проектування електронних схем в освітньому процесі для фахових молодших спеціалістів спеціальності G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка

У сучасних умовах підготовка фахових молодших спеціалістів галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» (зокрема спеціальності 171/172) вимагає не лише теоретичних знань, а й досконалого володіння інструментами автоматизованого проектування (CAD/EDA). Професійна компетенція майбутнього техніка чи розробника безпосередньо залежить від здатності швидко адаптуватися до програмного середовища, в якому здійснюється розробка принципових схем та трасування друкованих плат. Для студентів коледжів та фахових технікумів вибір САПР має базуватися на балансі між професійною потужністю та порогом входження. Основними критеріями є: інтуїтивність інтерфейсу для швидкого опанування базових інструментів, наявність бібліотек компонентів, що відповідають вітчизняним та міжнародним стандартам (ГОСТ, IEEE), можливості симуляції для перевірка працездатності схеми, доступність для освітніх закладів.

1. NI Multisim (Analog Devices Edition / Education) залишається одним із лідерів у навчальному сегменті завдяки візуалізації процесів у реальному часі. Використання віртуальних контрольно-вимірювальних приладів (осцилографів, мультиметрів), що виглядають як реальне обладнання, дозволяє студентам плавно перейти від теоретичних розрахунків до лабораторної практики. Основна перевага - найкращий модуль SPICE-моделювання. Недолік - обмежені можливості для складного трасування багатошарових плат порівняно з професійними пакетами.

2. Altium Designer - це індустріальний стандарт. Впровадження Altium Designer в освітній процес дозволяє готувати фахівців, готових до роботи на провідних підприємствах. Програма має наскрізний цикл проектування: від ідеї до 3D-моделі готового пристрою. Основні переваги - потужна інтеграція з механічними САПР (SolidWorks), професійна робота з FPGA. Недолік - висока вартість ліцензії та складність інтерфейсу для початківців.

3. KiCad - кросплатформне програмне забезпечення з відкритим кодом. Останніми роками KiCad став серйозним конкурентом комерційним продуктам. Для освітнього закладу це ідеальний варіант через відсутність витрат на ліцензування та активну спільноту. Основні переваги -

безкоштовність, відсутність обмежень на розмір плат, активна підтримка плагінів. Недолік - менш розвинена система симуляції порівняно з Multisim.

4. EasyEDA - хмарна система, яка стає все більш популярною у курсовому проектуванні. Вона не потребує потужного заліза, оскільки працює в браузері, і має пряму інтеграцію з каталогами електронних компонентів (LCSC). Основні переваги - командна робота в онлайн-режимі, величезна база готових модулів. Недолік - залежність від інтернет-з'єднання та питання конфіденційності проектів.

Для формування цілісної освітньої траєкторії фахового молодшого спеціаліста доцільно використовувати комбінований підхід. На початкових курсах (вивчення основ електротехніки та електроніки) оптимальним є NI Multisim завдяки його наочності. На етапі виконання дипломних проектів та вивчення конструкторсько-технологічних дисциплін варто переходити до KiCad (як універсального доступного інструменту) або Altium Designer (якщо заклад має відповідну партнерську програму), щоб забезпечити відповідність випускника вимогам сучасного ринку праці.

Список використаної літератури

1. Проектування електронних апаратів у середовищі Altium Designer : навч. посіб. / В. А. Макара, Ю. О. Сєдов, С. О. Гнатюк та ін. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 245 с.

2. Бойко Ю. М., Коренівська О. Л. Моделювання електронних схем у середовищі NI Multisim : метод. вказівки. Житомир : ЖДТУ, 2019. 88 с.

3. Терещенко О. І., Адаменко М. О. Комп’ютерне проектування електронних засобів : підручник. Харків : ХНУРЕ, 2020. 312 с.

4. KiCad Documentation [Electronic resource]. URL: https://docs.kicad.org/ (date of access: 28.03.2026).

5. Осадчий В. В., Коновал О. А. Застосування хмарних сервісів у навчанні майбутніх інженерів-електроніків. *Інформаційні технології в освіті*. 2022. Вип. 4 (45). С. 23–36.

УДК 004.92

А. О. Зенченко, здобувач освіти[1];
Т. В. Грабовчак, викладач вищої категорії, методист[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: 975310ab@gmail.com

Розробка 3d-моделі роботизованого марсохода в середовищі Blender

Ідеєю роботи стало створення тривимірної моделі роботизованого технічного пристрою (рис.1), який за своєю конструкцією нагадує марсохід. Цей об'єкт було задумано як допоміжний мобільний робот із можливими інтелектуальними функціями, який у майбутньому може використовуватися для дослідження поверхні інших планет або важкодоступних територій.

Створена модель являє собою наземний апарат, що пересувається за допомогою колісної системи. Його конструкція продумана таким чином, щоб забезпечити стабільність, хорошу прохідність і ефективне виконання дослідницьких завдань [3]. Окрему увагу було приділено зовнішньому вигляду: дизайн зроблено більш простим і зрозумілим, щоб підкреслити роль цього пристрою як помічника, а не як небезпечного механізму.

Мета роботи – розробка роботизованого пристрою у середовищі Blender, який може виконувати функції дослідження та допомоги в складних умовах, а також моделювання його конструкції для подальшого аналізу та візуалізації [2].

У процесі виконання роботи було змодельовано роботизований пристрій, який складається з корпусу, колісної бази та елементів з'єднання. Особливу увагу було приділено конструкції ходової частини, а також загальній цілісності та логічності побудови моделі [1].

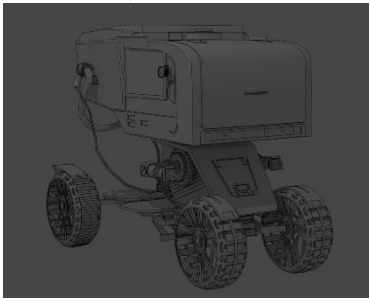


Рис.1. Загальний вигляд моделі роботу

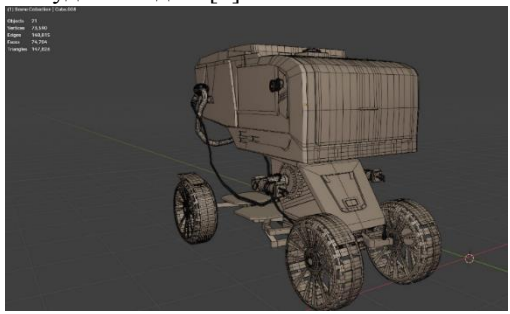


Рис.2. Геометрія об'єкта

У процесі виконання роботи моделювання здійснювалося поетапно – від формування базових форм до деталізації конструкції, що дозволило послідовно розробити пристрій та забезпечити поетапну побудову моделі в

середовищі Blender. Процес створення моделі умовно можна поділити на шість етапів:

1. Створення базових форм. Використано стандартні примітиви Blender (куби, циліндри), з яких сформовано основу корпусу та допоміжні елементи.

2. Моделювання корпусу. За допомогою редагування полігонів створено основну форму пристрою. Корпус має компактну та технічну конструкцію.

3. Створення колісної системи. Розроблено багатоколісну базу, яка забезпечує стійкість і прохідність на поверхні.

4. Додавання механічних елементів. Створено підвісні та з'єднувальні вузли між корпусом і колесами, що імітують реальну технічну конструкцію.

5. Опрацювання деталей. Додано кабелі, кріплення та інші дрібні елементи, які підвищують рівень деталізації моделі.

6. Перевірено геометрію моделі, внесено необхідні корекції та підготовлено зображення: загальний вигляд (рис.1) і геометричну структуру (рис.2).

Висновки. У результаті виконання роботи було розроблено модель роботизованого технічного пристрою, схожого на марсохід. Створена модель демонструє можливу конструкцію мобільного робота, який може використовуватися для дослідження складних і важкодоступних середовищ. У процесі роботи було продумано будову апарата та загальний вигляд, що відповідає ідеї безпечного та допоміжного пристрою. Особлива увага приділялася поєднанню функціональності та простоти конструкції. Таким чином, розроблена модель відображає можливість створення ефективних роботизованих систем для дослідницьких задач, а також демонструє підхід до проектування подібних технічних об'єктів.

Список використаних джерел

1. Blender Manual. Official documentation. https://docs.blender.org

2. Створення тривимірних візуалізацій в Blender №2 https://vseosvita.ua/private/document/803524-6c8b

3. OpenAI. ChatGPT (GPT-5.3), artificial intelligence language model. https://chat.openai.com

УДК 621.316.542

А. І. Кутін, викладач[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: art-kutin@ukr.net

Пристрій контролю синхронності замикання контактів та часу спрацювання комутаційних апаратів

Комутація трьохфазних споживачів змінної напруги до мережі живлення – відповідальна операція, до якої встановленні достатньо жорсткі норми. Так, відповідно до стандарту IEC 62271-100 [1] при відключенні різниця між моментами розходження контактів між полюсами не повинна перевищувати 1/6 циклу номінальної частоти (3,33 мс при 50 Гц; 2,78 мс при 60 Гц), при включенні — 1/4 циклу (5,0 мс при 50 Гц; 4,17 мс при 60 Гц). Для контактів, з'єднаних послідовно в одному полюсі, максимальна різниця між моментами розходження не повинна перевищувати 1/8 циклу (2,50 мс при 50 Гц), а між моментами дотику — 1/6 циклу (3,33 мс при 50 Гц).

Не менш важливими нормовані величини часу увімкнення та вимкнення. Вони коливаються в межах від 0,05-0,08 с для увімкнення та 0,05-0,07 для вимкнення.

Порушення будь-якого з цих величин може призвести до створення аварійних режимів роботи електричної мережі і споживачів.

Як перші так і другі характеристики пов’язані з механічними властивостями і особливостями комутаційного апарата. Зазвичай вони визначені заводом виробником і потребують контролю в процесі експлуатації.

В роботі пропонується реалізація фіксації описаних характеристик за допомого мікроконтролерного пристрою, що здатен виконувати вимірювання цифрових сигналів на своїх дискретних входах з частотою десятки мегагерц, забезпечуючи не тільки визначення самого моменту замикання/розмикання контактів, а й завдяки їх достатній кількості порівнювати часові затримки між контактами та відслідковувати брязкіт контактів або нехарактерні коливання.

Розробку можна застосовувати як один із елементів контролю стану комутаційних апаратів сукупно з схемами контролю ізоляції, візуального та іншого виду контролю.

Список використаних джерел

1. ДСТУ EN IEC 62271-100:2022. Розподільчі пристрої та управляючі пристрої високої напруги. Частина 100: Вимикачі змінного струму (EN IEC 62271-100:2021, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 246 с.

2. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів: затв. наказом Міністерства палива та енергетики України від 25 лип. 2006 р. № 258 ; зареєстр. в Міністерстві юстиції України 25 жовт. 2006 р. за № 1143/13017 (у

редакції наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 11 січ. 2017 р. № 7). Київ, 2017. 258 с.

3. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007. Норми випробування електрообладнання Uis : стандарт організації України ; у редакції наказу Міністерства енергетики та захисту довкілля України від 06 квіт. 2020 р. № 224. Київ : Міністерство енергетики та захисту довкілля України, 2020. 262 с.

УДК 621.398
Р. А. Савицький, здобувач освіти[1]; Т. Т. Рищиковець, викладач[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: drpbk.info@gmail.com

Розробка навчально-демонстраційного стенду для діагностики сервоприводів

Вступ

Сучасні автоматизовані системи та робототехнічні пристрої вимагають від фахівців глибокого розуміння принципів роботи виконавчих механізмів. Сервоприводи, як різновид виконавчих механізмів, є ключовими елементами в системах зі зворотним зв'язком, тому що вони забезпечують точне управління положенням, швидкістю та прискоренням за рахунок керування широтно-імпульсними сигналами, що робить їх незамінними в багатьох галузях.

У освітньому процесі підготовки фахівців з електроніки та радіотехніки важливо не лише розглядати принципи роботи сервоприводів теоретично, але й мати можливість проводити експериментальні дослідження точності їх позиціонування. Для цього виникає потреба у створенні простого, наочного та доступного навчально-демонстраційного стенду, який дозволяє досліджувати характеристики сервоприводів в режимі реального часу.

Побудова та впровадження навчально-демонстраційних стендів дозволяє візуалізувати процес регулювання та здійснювати реальну оцінку кута повороту конкретного сервопривода.

Постановка задачі

Метою роботи є розробка навчально-демонстраційного стенду для діагностики сервоприводів, який дозволяє досліджувати точність позиціонування вихідного валу залежно від параметрів керуючого сигналу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

– створити кругову шкалу для регулятора кута повороту з кроком 1°;

– створити кругову шкалу для сервопривода з кроком 1°;

– інтегрувати схему формування сигналу з широтно-імпульсною модуляцією на частоті 50 Гц.

Особливості роботи стенду

Навчально-демонстраційний стенд передбачає діагностування стандартних сервоприводів, а саме: SG90, MG90S, MG995, MG996R, DS3218, тощо. Для охоплення такого широкого переліку різновидів необхідно забезпечити такі електричні параметри:

– живлення: 5 В постійної напруги;

– керування сервоприводом: широтно-імпульсні сигнали;

– тривалість керуючого імпульсу: 0.5–2.5 мс;

– період сигналу: 20 мс (50 Гц).

Регулювання кута повороту сервопривода виконується за допомогою резистора змінного опору (5 кОм), підключеного до мікроконтролера.

Для наочного контролю позиціонування використовується диск з розміткою кутів повороту сервопривода з кроком 1° (від 0° до 360°) та диск регулятора кута, що дозволяє задавати необхідне положення з кроком 1° (від 0° до 360°). Ручка-регулятор резистора постійного опору має вказівник кута повороту, а також вихідний вал сервоприводу обладнаний вказівником кута повороту. Такий підхід дозволяє без використання складного вимірювального обладнання визначати точність позиціонування вихідного валу сервопривода при повороті регулятора на необхідний кут.

Експериментальна частина

Експериментальні дослідження проводились з використанням розробленого навчально-демонстраційного стенду та сервоприводу з дозволеним поворотом на 270° типу DS3218.

Методика експерименту включала такі операції:

– встановлення заданого кута повороту за допомогою регулятора з кроком 5°;

– визначення фактичного кута повороту за шкалою вимірювального диска;

– визначення абсолютної та відносної похибки позиціонування.

– Вимірювання проводились для значень кута повороту в діапазоні припустимих значень сервопривода DS3218 від 0° до 270°. Фото стенду представлено на рисунку №1.

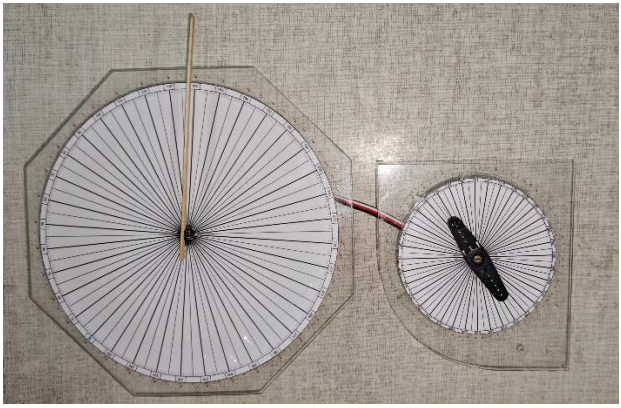


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд навчально-демонстраційного стенду

Аналіз отриманих результатів

Проведена серія вимірювань кутів повороту сервопривода DS3218, відповідно до встановлюваних кутів повороту регулятора, свідчить про досить про високу точність отриманих даних. Похибка встановлення кута повороту сервопривода DS3218 не перевищує 2%, що є прийнятним для використання в лабораторно-практичних завданнях.

Висновки

Розроблений навчально-демонстраційний стенд діагностики сервоприводів підтвердив свою ефективність як інструмент для визначення працездатності сервоприводів, визначення асиметрії по краям діапазону регулювання, визначення точності позиціонування розповсюджених різновидів сервоприводів.

Стенд діагностики сервоприводів дозволяє підвищити наочність викладання лекційного матеріалу з відповідних тем, сформувати практичні навички при роботі з сучасними виконуючими механізмами, поглибити знання та навички здобувачів освіти проводити експериментальні дослідження. Розроблений стенд може використовуватись в освітньому процесі закладу освіти під час вивчення таких дисциплін: електроніка, діагностика і ремонт радіоелектронних пристроїв, електричні вимірювання, основи автоматики.

Список використаних джерел

7 Bolton W. Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering. – 7th ed. – Pearson Education, 2021. – 664 p.

8 Сайт circuitdigest.com [Електронний ресурс]. Ідентифікатор URL: https://circuitdigest.com/article/servo-motor-working-and-basics

9 Сайт uk.wikipedia.org [Електронний ресурс]. Ідентифікатор URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Сервопривод

УДК 378.147:621.3
О. А. Чорний, викладач спецдисциплін вищої категорії, викладач-методист[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: chorneyalexander@gmail.com

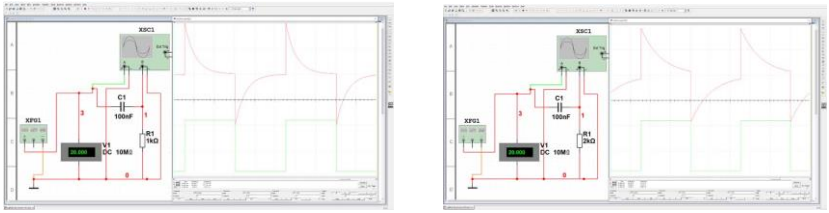
Методика дослідження перехідних процесів у дисципліні «Теорія електричних та магнітних кіл» за допомогою програми Multisim

У сучасній підготовці фахівців у галузі електроніки та електротехніки вивчення дисципліни «Теорія електричних та магнітних кіл» (ТЕМК) є фундаментальним етапом. Перехідні процеси виникають в електричних колах при будь-яких змінах їх стану (комутаціях). Однією з найбільш складних для сприйняття тем є перехідні процеси в лінійних колах першого порядку (RL та RC-кола). Традиційні методи навчання часто обмежуються аналітичними розрахунками, які важко візуалізувати без належної лабораторної бази. Використання середовища комп'ютерного моделювання NI Multisim дозволяє трансформувати вивчення цієї теми, поєднуючи теоретичну точність із динамічною візуалізацією фізичних процесів.

Головною особливістю пропонованої методики є відмова від класичного механічного ключа на користь використання генератора прямокутних імпульсів (Function Generator). Це дозволяє автоматизувати процес «включення-виключення» напруги джерела, перетворюючи одиничний стрибок на періодичну послідовність процесів заряду та розряду (для RC- кола) або зростання та спаду струму (для RL-кола).

Для коректної імітації перехідного режиму параметри генератора встановлюються наступним чином: форма сигналу — прямокутна (Square wave), скважність (Duty cycle) — 50%, частота обирається таким чином, щоб період імпульсу T значно перевищував сталу часу кола **τ**, забезпечуючи завершення перехідного процесу в межах одного півперіоду.

1. Дослідження RC-кола. Студенти збирають послідовну схему з резистором R=1кОм та конденсатором C=100нФ. Використовуючи двоканальний осцилограф, фіксується напруга на виході генератора - перший канал (A), а також на виході RC- кола — другий канал (B) (рис.1а).

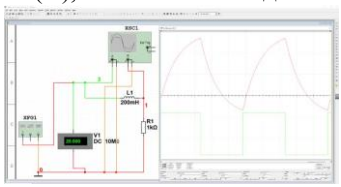


а) **б)**

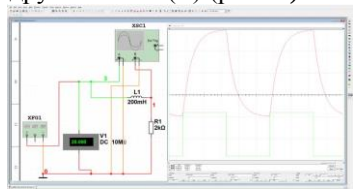
Рис. 1. Схема дослідження RC-кола у програмі Multisim 10.0 при різних параметрах τ.

Далі збирають послідовну схему з резистором R=2кОм та конденсатором C=100нФ. Використовуючи двоканальний осцилограф, фіксується напруга на виході генератора - перший канал (A), а також на виході RC- кола — другий канал (B) (рис.1б). В першому випадку перехідний процес завершується швидше дії вхідного імпульсу. В другому випадку перехідний процес триває майже весь час дії імпульсу.

2. Дослідження RL-кола. Студенти збирають послідовну схему з резистором R=1кОм та індуктивністю L=200мГн. Використовуючи двоканальний осцилограф, фіксується напруга на виході генератора - перший канал (A), а також на виході R L - кола — другий канал (B) (рис.2а).



а)



б)

Рис. 2. Схема дослідження RL-кола у програмі Multisim 10.0 при різних параметрах τ.

Далі збирають послідовну схему з резистором R=2кОм та індуктивністю L=200мГн. Використовуючи двоканальний осцилограф, фіксується напруга на виході генератора - перший канал (A), а також на виході R L - кола — другий канал (B) (рис.2б). В першому випадку перехідний процес перехідний процес триває майже весь час дії імпульсу. В другому випадку перехідний процес завершується швидше дії вхідного імпульсу. Важливою частиною методики є використання функції «Grapher View» у Multisim. Вона дозволяє студенти експериментально визначити сталу часу τ за осцилограмою та порівняти її з теоретично розрахованим значенням.

Методика дослідження перехідних процесів у Multisim із застосуванням генератора прямокутних імпульсів забезпечує високу інтенсивність навчального процесу. Робота з двоканальним осцилографом розвиває навички порівняльного аналізу вхідних та вихідних сигналів, а зміна сталих часу дає глибоке розуміння фізичної суті накопичення енергії в реактивних елементах. Результатом такої роботи є перехід від абстрактних формул до візуально зрозумілих графічних залежностей.

Список використаних джерел

1. Бакалов В. П. Основи теорії кіл : підручник. Київ : Знання, 2021. 512 с.
2. Панфілов І. П. Електротехніка та основи електроніки : підручник. Харків : Світ, 2022. 380 с.
3. Терещук Б. М. Комп’ютерне моделювання електричних кіл у середовищі NI Multisim : метод. вказівки до лаб. робіт. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2023. 124 с.

4. Кириленко О. В. Моделювання перехідних процесів в електричних мережах за допомогою програмних комплексів. Київ : Наукова думка, 2022. 215 с.
5. NI Multisim User Guide. National Instruments. URL: https://www.ni.com/pdf/manuals/374483d.pdf (дата звернення: 27.03.2026).

23
Дистанційний моніторинг Землі

УДК 004.75:551.508:629.7
[1]Ю. В. Афанасьєв, аспірант[1]; В. В. Афанасьєв, начальник науково-дослідного відділу[2]; С. К. Пужай-Череда, начальник науково-дослідного відділу[2]
[1]Харківський національний університет радіоелектроніки
[2]Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
E-mail: afvv74@ukr.net

Модель динамічного моніторингу стану атмосфери в районах об'єктів критичної інфраструктури

Розвиток концепцій Smart City та Smart Region обумовлює потребу здійснення інтегрованого просторово-часового моніторингу районів розташування об'єктів критичної інфраструктури з урахуванням метеорологічних умов і стану атмосфери. Дані дистанційного зондування Землі не забезпечують потрібної оперативності через дискретність вихідних даних, недостатню деталізацію приземного шару атмосфери..

Запропонована модель динамічного моніторингу на основі єдиного інформаційного контуру, що поєднує стаціонарну наземну мережу сенсорів і динамічну мережу мобільних сенсорних вузлів на безпілотних літальних апаратах (БпЛА), вузли-ретранслятори, програмні сервіси збору, синхронізації, обробки та візуалізації даних. Обмін інформацією організовується на основі використання MESH-топології з кластеризацією вузлів і просторовим перерозподілом позицій БпЛА в часі.

Особливістю підходу, що досліджується, є проведення інтегрованого оцінюванні стану атмосфери на основі даних стаціонарної та динамічної мереж сенсорів у межах єдиної моделі спостереження та в організації просторового моніторингу в часі для районів об'єктів критичної інфраструктури з урахуванням телекомунікаційних обмежень середовища. На відміну від поширених IoT-рішень, запропонована модель дозволяє підвищити оперативність отримання даних, просторову роздільну здатність спостережень і стійкість інформаційного обміну в умовах постійної зміни стану атмосфери. Запропонована модель є основою для розвитку розподілених систем екологічного та техногенного моніторингу в інтересах контролю стану районів об'єктів критичної інфраструктури.

Список використаних джерел

1. Богдан С. А., Зеленков А. В. Використання технологій Інтернету речей для моніторингу забруднення атмосферного повітря // Авіаційно-космічна техніка і технологія. 2025. № 6(208). С. 77 – 89. DOI: 10.32620/aktt.2025.6.08.
2. Sharma R., Arya R. UAV based long range environment monitoring system with Industry 5.0 perspectives for smart city infrastructure // Computers & Industrial Engineering. 2022. Vol. 168. Art. 108066. DOI: 10.1016/j.cie.2022.108066.

24
Філософія і космос

УДК 740

А. Ю. Іванов, викладач-методист[1]
[1]Відокремлений структурний підрозділ «Технологічний фаховий коледж»
Державного університету економіки і технологій
E-mail: arnyshwarz0811@gmail.com

Тези про тисячолітні космічні мрії людства

Історія людства, навіть все його життя нерозривно пов'язано с космосом це стосується не тільки вчених, винахідників, а навіть пересічних громадян, але, звичайно, ми дізнаємось про минулий і сучасний процес з робіт філософів, вчених, так в усіх відомих ранніх філософських трактатах зародження буття пов'язане із боротьби богів зі злими силами, перемогами, з космогонічними гімнами цім богам, це і в Індії, в Ведах прописано, і в книгах китайської освіченості, і в міфах стародавньої Греції, і в багатьох інших джерелах. Якщо раніше читачі, і навіть дослідники бачили в цьому наївну неосвіченість, то з розвитком дослідження космосу, стали по іншому досліджувати стародавні трактати, шукаючі в них факти історії. Сучасні вчені досліджують історичні артефакти пов'язані з космічною тематикою, так в японських мініатюрних статуетках побачили скафандр космонавта, а в перуанських іграшках реактивні літаки, і коли зробили збільшену копію, вони видали ідеальні аерохарактеристики. Саме в наші часи досліджують каміння з Нікарагуа і Колумбії, де багато зображень пов'язаних з космосом на предмет достовірності. Так під тиском науки зашифровані в міфи і артефакти знання починають розкриватись.

Але від стародавнього світу, і подальших часів нам дістались не лише міфи, артефакти, але, і суто наукові знання, які постійно розвивались, складались в науки і дійшли до сучасності. Філософ Геракліт, представник мілетської школи, 7 ст. до н.е. вважав початком буття космічний вогонь, протягом століть прихильники розвивали цю теорію, український академік В. Вернадський, автор теорії Ноосфери також вважав, життя зародилось в космосі, і завдяки космічному розуму розповсюджується. Найперша людська цивілізація, як доведено, шумерів мали знання про космічні цикли фази Луни, вирахували астрономічний рік, але на територію Месопотамії вони потрапили вже зі знаннями, і дуже прикро що вчені не в змозі відслідити їх минуле, мабуть тоді можливо винайти працивілізацію, а може і наслідки діяльності прибульців. Потім наука розвивалась повільно, науково-технічні революції забезпечували стрибки, але дослідження космосу, і вихід людини в небо відбувся не скоро. Після опанування навколоземним простором, і першими запусками космічних зондів у всесвіт у людства виникла ейфорія, з відчуття сорого опанування всесвіту, але все виявилось не просто.Наши досягнення не в змозі надати можливість мандрів у всесвіті.

Філософія тлумачить буття, як матерію зі способом, та форма існування, і саме відомий формі існування просторі ми знаємо тривимірний простір який доведе, що до найближчої зірки мільйони світлових років, але іншого простору ще не знайшли. Ще одна проблема найдена була на адронному колайдері в Альпах-зі збільшенням швидкості до світової дальність стискається ,і до зірок можна дістатися швидко, але час навпаки поширюється, і мандрівники повернуться через мільйони років. Таким чином ці відкриття вже потребують філософського обґрунтування.

Список використаних джерел

1. Філософія:Підручник.К.,1995.-С.24-30.

2. Л.М. Перевозник: Філософія космізму; Київський авіаційний інститут https://jrni.nau.edu.UA.

3. Життя і космос: наука, філософія, світогляд: Газета ”День” https://day.kyiv.UA.

УДК 113/119
Є. С. Копиця, здобувач освіти[1]; І. М. Колеснікова, викладач[1]
[1]Лисичанський гірничо-індустріальний фаховий коледж
E-mail kopicaevgenij119@gmail.com; ik0865113@gmail.com

Ототожнення простору з космосом

Поняття «космос» у старогрецькій мові вживалося спочатку у значенні «обрання», «прикраса» (звідси, до речі, етимологія слова «косметика»), а також «військовий лад», «одностройо». За свідченням Діогена Лаертського, перше філософське вживання категорії «космос» стосовно Всесвіту належить Піфагору, тому не випадково уявлення про впорядкований простір Всесвіту були пов'язані з вченням про числа, гармонію, прекрасне. Порядок і естетизм були нерозривні один від одного. Ототожнення простору з космосом є ознакою зрілості міфологічного мислення, яке залишає локальні світи суші, моря, неба, підземного царства мертвих, і підіймається до висот філософських узагальнень. Космос охоплює собою Всесвіт у всіх його проявах. Водночас, при описі космоса ми бачимо, як одні мислителі вперто тримаються за чуттєво дані першоначала (вода, вогонь, повітря, земля), а інші оперують вже абстрактними поняттями (апейрон, гомеометрії, атоми). Це вказує на ту дистанцію, яка пройдена між Міфом та Логосом, на те, наскільки рішуче той чи інший філософ пориває з міфічним ґрунтом. До першої групи слід віднести досократиків: «Як душа наша, суща повітрям, скріплює нас воєдино, так дихання і повітря охоплюють весь космос» (Анаксімен); «Цей космос, один і той же для всіх, не створив ніхто з богів, ніхто з людей, але він завжди був, є і буде вічно живий вогонь, що мірою займається, мірою згасає» (Геракліт). Рудименти міфологічного світогляду обумовили персоніфікацію світового закону в образі Деміурга, «архітектора Всесвіту», який втілює і уособлює його духовну складову.

У найсистематизованішому вигляді античні уявлення про космос викладені в діалозі Платона «Тімей». В ньому філософ вкладає в уста Тімея, співрозмовника Сократа, наступні думки: «А як же всеосяжне небо? Назвемо ми його космосом або іншим ім'ям, яке виявиться для нього найкращим, ми в усякому разі зобов'язані поставити щодо нього питання, з якого має починати розгляд будь-якої речі: чи було воно завжди, не маючи початку свого виникнення, або ж воно виникло, вийшовши з якогось початку?)» [2, 28b].

З точки зору складу речовини космос містить в собі всі відомі першоелементи, але духовно він є цілісною душею «найдосконалішої живої істоти з найдосконалішими частинами». За задумом Демурга, «тіло» космосу має бути «гладким, всюди рівномірним, однаково поширеним на всі боки від центру, цілісним, досконалим і складеним з досконалих органів» [2, 28b.34b]. У його центрі знаходиться душа, звідки вона поширюється вдовж всього «тіла». Ця душа простягнена від центру до меж неба і огортає небо по колу

ззовні, сама в собі обертаючись, забезпечуючи гармонію і порядок. Якщо душа є невидимою, то «тіло» можна спостерігати у вигляді явищ природи. Уявлення Платона про простір обумовлені визнанням початкової гармонійності та одухотвореності космосу. Створений «за образом і подобою» Бога космос сам є живою істотою. Але зрозуміло, що йдеться не про звичайну істоту «часткового виду», адже наслідування часткового і неповного жодним чином не може бути прекрасним. Одухотворений космос Платона містить в собі всі можливі живі істоти, включаючи богів, людей, тварин. При цьому людина є своєрідною макромоделлю космосу. Деміург намагався втілити найпрекрасніший, найдосконаліший з усіх мислимих ідей задумок, влаштував його як цілісну живу істоту, охоплюючи всі споріднені їй живі істоти в собі самій.

Інші мотиви лунають в працях учня і головного опонента Платона — Арістотеля. Свої космологічні погляди Стагірит викладає у декількох працях, насамперед, у «Фізиці» та окремому трактату, що згодом (можливо, навіть, стараннями коментаторів) отримав назву «Про небо». «Ми вважаємо, — розмірковує Арістотель, — що всі природні тіла і величини здатні рухатися в просторі самі по собі, оскільки природа, як ми стверджуємо, є джерелом їх руху. Будь-який рух в просторі (який ми називаємо переміщенням) — [рух] або прямолінійний, або по колу, або утворений їх змішанням, бо простими є тільки ці два [рухи] з тієї причини, що і серед величин прості також тільки ці: пряма і окружність. Рухом по колу називається рух навколо центру, прямолінійним — рух вгору і вниз. Під рухом вгору я розумію рух від центру, під рухом вниз — рух до центру. Тому будь-яке просте переміщення по необхідності має бути [переміщенням] або від центру, або до центру, або навколо центру» [1, I 2, 265-266].

Арістотель фактично заперечує одухотворення всього космоса і розглядає останній суто як простір — «Небо». Він пояснює, що термін небо має у еллінів три значення. По-перше, це зовнішня оболонка Всесвіту, на якій розміщені нерухомі зірки. По-друге, це простір, що розташований між Місяцем і сферою нерухомих зірок. Нарешті, по-третє, це все, що обмежене сферою нерухомих зірок, включаючи підмісячний світ і Землю. В останньому з цих значень термін «Небо» збігається за своїм змістом з терміном «Всесвіт» (to pan) [1, I 9, 278].

Занурення у структури міфологічного світосприйняття та порівняння змісту двох пам'ятників античної філософії — платонівського діалогу «Тімей» та арістотелівського трактату «Про Небо» — дозволяє виявити джерела парадигмального розколу щодо інтерпретації одного з базових понять сучасної онтології – простору.

Отже, просте, позначення довкілля як космосу або простору має насправді наслідки, що виходять далеко за межі проблеми уточнення наукової і філософської термінології.

Список використаних джерел

1.Арістотель. Про Небо. Твори. У 4-х т. Т. 3: Переклад / стаття та примітки. П. Д. Рожанський. - М.: Думка, 1981. — С.263-378.

2. Платон. Тімей/Платон. Зібрання творів у 4-х томах, Т. III. - М.: Думка, 1990. — С. 451-453.

УДК 1:524.8(32)

М. А. Кошелєва, студентка ІІ курсу[1];
Л. М. Сергєєва, викладач фізики і астрономії, методист[1]
[1] Краматорський фаховий коледж технологій та дизайну
E-mail: mari.kosheleva@ktd1967.ukr.education; sergyeyeva.lidia@gmail.com

Філософія і космос на прикладі Стародавнього Єгипту та сьогодення

Питання про зв'язок людини з космосом належить до найдавніших і найглибших у історії людської думки. Ще задовго до розвитку сучасної науки люди прагнули зрозуміти походження світу, закони його існування та місце людини у Всесвіті. Космос ніколи не сприймався лише як фізичний простір, наповнений зірками й планетами. У філософському та духовному вимірі він поставав символом порядку, вічності, гармонії та таємниці буття. Саме через осмислення космосу формувалися моральні норми, релігійні системи, архітектурні традиції та культурні цінності різних цивілізацій.

Однією з культур, у якій філософія космосу посідала центральне місце, був Стародавній Єгипет. Для єгиптян Всесвіт не був хаотичним або байдужим до людини. Навпаки, він сприймався як впорядкована система, керована божественними законами. Космічний порядок одночасно був і моральним порядком. Людина не існувала поза цією системою вона була її частиною та несла відповідальність за підтримання гармонії між природою, суспільством і духовним світом.

Сьогодні людство живе в епоху науково-технічного прогресу. Космос досліджується за допомогою телескопів, космічних апаратів, штучних супутників і міжпланетних місій. Ми знаємо про існування мільярдів галактик, чорних дір і далеких екзопланет. Проте, попри величезні наукові досягнення, філософське осмислення космосу не втратило актуальності. Людина й далі прагне зрозуміти сенс свого існування, знайти своє місце у Всесвіті та встановити гармонію між технічним прогресом і духовним розвитком.

У цій статті розглянемо, як у Стародавньому Єгипті формувалося філософське уявлення про космос, якою була роль людини у підтриманні космічного порядку та як ці ідеї перегукуються із сучасним світоглядом.

У центрі єгипетського світогляду лежала ідея творення світу з первісного хаосу. Цей хаос називався Нун - безмежний океан темних вод, що існував до початку часу. Нун символізував не зло, а радше невпорядкованість і потенційну можливість виникнення світу.

З Нуна, згідно з міфологічними уявленнями, з'являвся перший пагорб символ стабільності та початку буття. Саме на ньому виникав бог-творець Ра, Атум або Птах (залежно від релігійного центру). Він створював світло, небо, землю, богів і людей. Таким чином космос виникав як акт упорядкування хаосу. Ці уявлення мають глибоке філософське значення. Вони відображають

думку про те, що порядок не є випадковим він виникає завдяки творчій силі та духовному принципу. Космос у такому розумінні - це не статична система, а постійна рівновага між порядком і можливим поверненням хаосу.

Одним із ключових понять єгипетської філософії була Маат. Це не лише богиня, а універсальний принцип космічного порядку. Маат означала істину, справедливість, гармонію та рівновагу. Цей принцип поширювався на всі сфери життя: природні явища, державне управління, моральну поведінку людей, правосуддя та соціальні відносини. Якщо людина діяла чесно і справедливо, вона підтримувала космічну гармонію. Якщо ж порушувала моральні норми - це вважалося порушенням космічного порядку. Яскравим прикладом такого зв'язку був суд Осіріса після смерті. Згідно з віруваннями, серце померлого зважували на терезах разом із пером Маат. Це символізувало те, що духовність людини оцінюється відповідно до космічного закону.

Центральне місце у світогляді єгиптян займало Сонце. Бог Ра щодня здійснював подорож небом у небесному човні, а вночі проходив через підземний світ. Його щоденна перемога над темрявою символізувала перемогу порядку над хаосом. Цей цикл відображав особливе розуміння часу. Для єгиптян час не був лінійним, як у сучасній історичній свідомості. Він сприймався як циклічний процес, подібний до руху небесних тіл. Народження, життя, смерть і відродження розглядалися як частини універсального космічного колообігу.

У Стародавньому Єгипті політична влада також мала космічне значення. Фараон вважався посередником між богами та людьми і втіленням божественної сили на землі. Його головним завданням було підтримання Маат космічного порядку. Вважалося, що справедливе правління забезпечує гармонію між небом і землею. Якщо фараон виконував свій обов'язок належним чином, Ніл розливався вчасно, врожаї були багатими, а держава процвітала. Якщо ж порядок порушувався, це розглядалося як прояв духовної дисгармонії.

Єгипетська архітектура також відображала космічний світогляд. Піраміди, храми та обеліски були не лише монументальними спорудами, а й символічними моделями Всесвіту. Піраміди орієнтувалися за сторонами світу, а їхня форма символізувала сонячний промінь. Зірки відігравали важливу роль у релігійних уявленнях: вважалося, що душа фараона після смерті приєднується до небесних світил. Таким чином архітектура ставала матеріальним відображенням космічного порядку.

Сучасна наука значно розширила знання людства про Всесвіт. Телескопи, космічні місії та астрофізичні дослідження дозволили відкрити нові галактики, дослідити структуру Всесвіту та спостерігати за процесами, що відбуваються на мільярди світлових років від Землі. Однак навіть сьогодні космос викликає не лише науковий інтерес, а й глибокі філософські роздуми. Дивлячись на зоряне небо або на фотографії далеких галактик, людина відчуває благоговіння перед масштабами Всесвіту та усвідомлює власну

причетність до нього. Особливо важливою стала ідея відповідальності людини за власну планету. Знімки Землі з космосу показали її крихкість і унікальність. У цьому сенсі сучасна екологічна свідомість перегукується з давньоєгипетським принципом Маат, який вимагав гармонії між людиною і природою.

Досвід Стародавнього Єгипту демонструє глибоку єдність філософії, духовності та космосу. Космічний порядок розглядався як моральний закон, що визначає життя людини та суспільства. Людина не просто існувала у Всесвіті вона була відповідальною за збереження гармонії. Сучасне людство, попри розвиток науки і технологій, знову повертається до питань сенсу буття, духовності та відповідальності перед природою. Космос перестає бути лише об'єктом наукового дослідження і водночас залишається джерелом філософського осмислення.

Отже, філософія і космос є взаємопов'язаними поняттями. Приклад Стародавнього Єгипту та сучасної цивілізації показує, що справжній розвиток можливий лише тоді, коли людина усвідомлює свою єдність із Всесвітом і прагне підтримувати гармонію між знанням, духовністю та природою.

Список використаних джерел

1. Ассман Я. Єгипет: теологія і благочестя ранньої цивілізації. – Київ: Дух і Літера, 2015.
2. Бадж Е. А. У. Боги Стародавнього Єгипту. – Київ: Основи, 2002.
3. Бунсон М. Енциклопедія Стародавнього Єгипту. – Київ: КМ-Букс, 2018.
4. Гардінер А. Єгипет фараонів: вступ до історії Стародавнього Єгипту. – Київ: Основи, 2001.
5. Еліаде М. Священне і мирське. – Київ: Основи, 2001.
6. Кемп Б. Стародавній Єгипет: анатомія цивілізації. – Київ: Основи, 2010.
7. Шюре Е. Великі посвячені: Рамзес та єгипетські містерії. – Київ: Софія, 2004.
8. Хокінг С. Коротка історія часу. – Харків: Клуб сімейного дозвілля, 2016.
9. Саган К. Космос. – Харків: Клуб сімейного дозвілля, 2017.
10. Кун М. Міфи і легенди Стародавнього Єгипту. – Київ: Фоліо, 2013.

УДК 140.8

Н. А. Матвійчук, викладач історії та правознавства
спеціаліст вищої категорії, викладач-методист»[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: matviichuk.nataliia@krfk.kai.edu.ua

«Три світи» в творчості «українського Сократа»

Друга половина XVII- початок XVIII ст.. – суперечливий та складний період в історії української культури. Під впливом влади сусідніх держав, у складі яких перебували українські землі, жорстокий соціальний, релігійний та національний гніт, українська культура продовжувала розвиватися. Український народ зробив вагомий внесок до світової скарбниці, виплекавши у своєму середовищі визначних діячів науки, культури, освіти, мистецтва і літератури, які стали знаними та шанованими в Європі в усьому світі. Одним із них був філософ, мислитель, просвітитель, проповідник, поет, педагог – Григорій Савич Сковорода.

Мета роботи полягає у висвітленні ролі «трьох світів» у формуванні світоглядних традицій системи філософських поглядів Г.С. Сковороди.

Філософські погляди Г.С. Сковороди формально можна сформулювати одним рядком: існування «двох натур» та «трьох світів», але чи дійсно це так просто? Що ж переховується під існуванням «трьох світів», кожен з яких має дві натури - видиму і невидиму?

Першим, і головним світом у Сковороди є увесь Всесвіт – макрокосм. Він включає в себе усе народжене у цьому великому світі, що складається із паралельних, незлічених світів. Цей світ не має ні початку, ні кінця – він безмежний та вічний. Пізнання цього світу є розкриття невидимої натури – збагнення її внутрішнього значення, бо через внутрішню сутність окремих речей можна осягнути «таємні пружини розвитку всього Всесвіту» . Сковорода вважає, що внутрішня (невидима) суть речей завжди пов'язана з видимою через зовнішню форму, що визначається мірою, симетрією, пропорціями та ритмом.

Другим із «трьох світів» є малий світ – мікрокосм. Усе, що здійснюється у світі знаходить своє завершення у людині – мікрокосмі. Пізнання світу людиною, з позиції мислителя Сковороди, нічим не обмежені. Прагнення людини до пізнання співвідноситься з прагненням людини пізнати Бога без посередників. Бог – то є сама природа, а людина – то її витвір, - пізнаючи Бога - людина пізнає саму себе.

Третій світ – це символічний світ Біблії. Символи Біблії «ведуть думку нашу до розуміння вічної натури». Філософ послуговується символами, порівняннями та образами. Символами руху по колу (протилежність та сполучення) є коло, колесо, ланцюг, хліб, монета, сонце, жорна, миска,

корона та усі інші предмети, що мають круглу форму. У світі закладена подвійність, тобто усе має свій другий бік. Крізь порівну видимість потрібно дійти до самої істини. У кожному символі є три «шари буття»: простий, зображальний та прихований. Також маємо у Сковороди велику кількість символів та емблем: це звірі – віл, змія, голуб, олень; фантастичні тварини – сфінкс, фенікс, сирени; рослини – колос, яблуня, зерно, квасоля. Чимало й інших символів: магніт, веселка, вода, сонце, потік, лабіринт, трикутник, годинник. Подібну символіку можна побачити в українському мистецтві, зокрема, на кахлях, у вишивці, кераміці.

Отже, у роботі розкрито Всесвіт та космос у творчості українського мислителя Г.С. Сковороди. Макрокосм, мікрокосм та світ символів є складовими частинами системи християнських філософських поглядів «трьох світів». Мандрівний філософ ще раз заявив про свою відданість духовному спасенному життю перед земною марнотою.

Список використаних джерел

1. Історія України в особах: IX – XVIII ст. / І. Воцехівська (кер. авт.. кол), В. Абліцов, О. Божко та ін.. Київ: «Україна», 2020
2. Остапенко П. Усі видатні постаті історії України.- Х.: «ТОРСІНГ ПЛЮС», 2018
3. Ушкалов Л. Григорій Сковорода.- Х.: Фоліо, 2019

УДК 1:629.78

І. М. Ушно, доцент кафедри філософії та суспільних наук,
кандидат філософських наук, доцент[1]
[1]Національний аерокосмічний університет «ХАІ»
Кафедра філософії та суспільних наук
E-mail: i.ushno@khai.edu

Між ризиком і контролем:
самосвідомість Homo Aerospace у просторі польоту

Стрімкий розвиток аерокосмічних технологій суттєво розширив межі людської діяльності та відкрив новий вимір людського досвіду – взаємодію з космічним простором. Людина отримала можливість діяти в середовищі, яке не є природним для людського організму. Космічний простір характеризується умовами вакууму, невагомості, радіації та значних технічних навантажень, що створює постійну потенційну загрозу для життя людини. Саме тому діяльність у цьому середовищі неминуче пов'язана з ризиком. Водночас космічна діяльність відрізняється від багатьох інших форм ризикованої діяльності тим, що небезпека тут не є хаотичною або неконтрольованою. Навпаки, вона постійно регулюється складними технологічними системами, багаторівневими процедурами безпеки та спеціальною підготовкою екіпажів.

Показовим прикладом взаємодії людини з контрольованою небезпекою є місія Apollo-13. Після вибуху кисневого бака космічний корабель опинився у ситуації, що безпосередньо загрожувала життю екіпажу. Завдяки професійним діям астронавтів та інженерів Центру управління польотами критична ситуація була поступово переведена у режим контрольованого управління. Астронавти змушені були постійно аналізувати технічний стан систем корабля та приймати рішення в умовах обмеженого часу. Цей випадок яскраво демонструє, що навіть у ситуації максимальної небезпеки ключову роль відіграє людська здатність до усвідомленого контролю власних дій.У цьому контексті можна говорити про особливий стан контрольованої небезпеки, який стає характерною рисою аерокосмічного досвіду і відкриває нові можливості для філософського осмислення людської діяльності у космосі.

Аерокосмічний досвід дозволяє по-новому поставити питання про саму природу людської самосвідомості. У звичайних умовах повсякденного життя людина рідко стикається з ситуаціями, де від її дій безпосередньо залежить власна безпека або безпека інших людей у складному технічному середовищі. Натомість під час космічних польотів або виконання складних аерокосмічних операцій кожна дія людини має безпосередній вплив на перебіг подій. Астронавти під час космічних місій повинні одночасно контролювати численні параметри: технічний стан космічного апарата, власний фізичний

стан, показники систем життєзабезпечення та параметри навколишнього середовища. Така ситуація створює особливий психологічний і антропологічний стан, у якому людина змушена постійно зберігати високий рівень уваги, відповідальності та самоконтролю. Через це космічний досвід часто описують як діяльність, що потребує максимальної концентрації та усвідомлення власних дій.

Особливо наочно це проявляється під час виходів у відкритий космос. Астронавти працюють у середовищі, де будь-яка технічна несправність або помилка може становити загрозу для життя. Вони повинні одночасно контролювати власні рухи, стан скафандра та параметри систем життєзабезпечення, виконуючи складні технічні операції. У таких умовах кожна дія потребує максимальної точності й усвідомлення, що підсилює роль самоконтролю та відповідальності.

Показовими у цьому контексті є приклади з історії космонавтики. Під час виходів у відкритий космос астронавти працюють у середовищі, де навіть незначна технічна несправність може становити загрозу для життя. Проте ці операції здійснюються завдяки складним системам підготовки, тренувань і контролю, що дозволяє перетворити небезпечну ситуацію на керований процес. Підготовка астронавтів перед польотом також базується на принципі контрольованого ризику. Наприклад, тренування у басейнах нейтральної плавучості дозволяють імітувати умови невагомості та відпрацьовувати складні операції у середовищі, максимально наближеному до космічного. У таких умовах потенційно небезпечні ситуації моделюються заздалегідь, щоб сформувати у астронавтів здатність діяти впевнено та свідомо у реальних польотах.

Подібні приклади демонструють, що ризик у космічній діяльності не зникає, але стає об’єктом постійного управління. Це поєднання небезпеки та контролю створює специфічний стан, у якому людина одночасно усвідомлює потенційну загрозу і здатність впливати на ситуацію. Такий досвід суттєво впливає на структуру людської свідомості, формуючи особливий тип саморефлексії.

У цьому контексті доцільно звернутися до концепції Homo Aerospace, яка описує людину, що отримала досвід взаємодії з аерокосмічним простором [3,4]. Homo Aerospace – це людина, яка завдяки технологіям виходить за межі природних можливостей людського тіла та набуває нового типу досвіду підняття над Землею. Для такої людини політ перестає бути лише технічною операцією і стає особливою формою взаємодії з середовищем, що постійно містить у собі елемент ризику. В умовах контрольованої небезпеки формується новий рівень самосвідомості, пов’язаний із постійним усвідомленням власної ролі у складній технічній системі. Людина польоту змушена постійно співвідносити власні дії з можливими наслідками, що значно посилює її рефлексивність і відповідальність.

Таким чином, аерокосмічний досвід дозволяє розглядати ризик не лише як небажану загрозу, але й як важливий чинник формування людської самосвідомості. Контрольована небезпека стає структурною умовою діяльності у космічному просторі і водночас сприяє розвитку особливих якостей людини: дисципліни, самоконтролю, відповідальності та здатності діяти у складних технічних умовах. В такому контексті феномен Homo Aerospace можна розглядати як новий антропологічний тип людини, що формується у процесі освоєння аерокосмічного простору і взаємодії з ризиком, який не усувається повністю, але постійно перебуває під контролем.

Список використаних джерел

1. Йонас Г. Принцип відповідальності: в пошуках етики для технологічної цивілізації / пер. з нім. М. Бондаренко. Львів: Астролябія, 2020. 398 с.

2. Мерло-Понті М. Феноменологія сприйняття / пер. з фр. С. Йосипенко. Київ: Ніка-Центр, 2019. 548 с.

3. Ушно І. М. Homo Aerospace: Philosophical Reflections on Humanity's Future in Space // Philosophy and Cosmology. – 2024. – Vol. 33. – P. 162–172. – DOI: 10.29202/phil-cosm/33/7

4. Ушно І. Конструювання Homo Aerospace: фактори формування аерокосмічного мислення в сучасних суспільствах // Наукове пізнання: методологія та технологія. – 2025. – № 2 (56). – С. 141–146. – DOI https://doi.org/10.24195/sk1561-1264/2025-2-17

5. McPhee J. C., Charles J. B. (eds.). Human Health and Performance Risks of Space Exploration Missions: Evidence Reviewed by the NASA Human Research Program. Houston: National Aeronautics and Space Administration, Lyndon B. Johnson Space Center, 2009. 389 p.

25
Аерокосмічна освіта

УДК 378.015.3:629.7

І. Г. Кучер, здобувач освіти[1]; М. Д. Кучер, практичний психолог[1]
[1]Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки
E-mail: drpbk.info@gmail.com

Отримання знань і психологія

Вступ

Відразу підкреслимо: ця стаття не претендує на статус наукового дослідження — ми лише починаємо свій шлях у пізнанні. Проте вже на ранніх етапах навчання стає очевидним, що психологія та процес здобуття знань нерозривно пов'язані. У цій статті ми розглянемо, як внутрішній стан студента та атмосфера в колективі впливають на кінцевий результат.

Сьогодні в освітньому просторі нас часто називають «здобувачами освіти». І хоча ми звикли до слова «студент», термін «здобувач» глибше підкреслює нашу активну роль. Це означає, що знання не просто «даються» викладачем, а активно виборюються, шукаються та засвоюються нами. Ми прийшли сюди не за формальним документом. Диплом — це лише підтвердження пройденого шляху. Якщо людина щиро прагне оволодіти професією, знання стануть фундаментом, а диплом — природним результатом. Якщо ж метою є лише папірець, то справжня освіченість може так і не з’явитися

Розділимо наступний матеріал на окремі напрями, тобто на тези.

Теза перша. Студенти об'єднуються в групу. Це правильно і зручно для того, щоб навчати і навчатись. Результати навчання, успіхи студентів, що входять у групу, дуже сильно залежать від психологічного клімату в групі. І, значить, якщо існує група, то необхідно дбати, щоб психологічно колектив був налаштований на навчання.

Теза друга. Кожен студент у групі тісно спілкується з товаришами. І якраз група для нього є тим середовищем, де він намагається і проявити свої здібності, і досягти авторитету — це психологічні фактори, які безпосередньо впливають на успішність навчання кожного студента. Якщо в групі позитивний психологічний клімат, то і успішність навчання буде високою.

Теза третя. Викладачі розглядають групу як єдиний організм, звертаються до групи, оцінюють успішність групи, але при цьому намагаються враховувати психологічні особливості і кожного студента, і окремих груп студентів. Чим більше досвіду має викладач, тим більшою мірою він може поєднати психологічні питання і питання засвоєння матеріалу.

Теза четверта. У навчальному закладі передбачений психолог — це дуже позитивний і важливий фактор, тому що якраз спеціаліст, який вміє проаналізувати поведінку студента, вміє знайти причини, що заважають

студенту вчитися, вміє з високим рівнем аналітичних можливостей працювати зі студентами. І якраз робота психолога дуже важлива та визначає успіхи роботи навчального закладу не менше, ніж професійність кожного викладача.

Загальні спостереження, що безпосередньо відносяться до області психології.

Зверніть увагу: кожна група індивідуальна. Кожна група — це колектив, що має свої характерні ознаки, риси характеру, сприйняття чи несприйняття інформації, можливість аналізу, можливість взаємодопомоги і так далі. Іноді здається, що групи формували зі студентів так, щоб якраз і створити колективи, що мають спільну мету. Але розглядаючи це питання докладно, можна зробити висновок: психологічний мікроклімат у колективі формується спілкуванням, формується ставленням до навчання. В групу студентів включають випадково, і в же в групі взаємним впливом формується колективний дух. Тут дуже важливу роль відіграють класні керівники. Є і у нас класний керівник. Ми відчуваємо на собі його зусилля, щоб запобігти виникненню конфліктів у групі, щоб знайти способи вплинути на студентів, що не мають чіткого ставлення до поставлених завдань. Класний керівник знаходить необхідні контакти як зі студентами і їхніми батьками — з одного боку, так і з викладачами та адміністрацією — з іншого. Тому у цій статті підкреслюємо дуже важливу роль класного керівника. Цікаво ще відзначити, що у всіх групах є актив із студентів що мають організаційні здібності. Вдало створений актив дуже сильно впливає на колектив.

Формуванню позитивного психологічного мікроклімату в групі допомагають і офіційні заходи, що організовуються адміністрацією чи класним керівником для груп. Тому можна з впевненістю говорити: успішність навчання та психологія сприйняття знань — це питання дуже тісно пов'язані. Нобхідно відзначити найважливіше значення має робота викладача. Якщо викладач вміє підійти до групи, сформувавши психологічно позитивне сприйняття навчання, то в позитивній атмосфері і матеріал стає більш зрозумілим і легше запам'ятовується.

Висновки.

Один. Ми вчимося, щоб одержувати знання. Знання необхідні для того, щоб подальша діяльність була успішною, для того, щоб людина була готова аналізувати обставини, що виникли, та приймати правильні рішення.

Два. Вибір навчального закладу — це складна задача, і, вже обравши навчальний заклад, необхідно дотримуватись мети, тобто успішно засвоювати знання, які в майбутньому стануть опорою.

Три. Необхідно постійно шукати позитивних психологічних відносин між студентами та викладачами. Це сприяє успішному навчанню і впевненому формуванню спеціаліста на основі солідного обсягу знань.

Чотири. Успішне навчання базується на правильному психологічному сприйнятті навчання на всіх його етапах — від початкового до засвоєння

складних предметів, що вимагають серйозного ставлення та солідної попередньої підготовки.

П'ять. На всіх етапах психологічні підходи дають не менш важливі результати, ніж дисциплінарні заходи чи навіть стипендії.

Шість. В навчально-освітній діяльності навчального закладу дуже важлива роль професійного психолога, який не тільки вирішує окремі задачі, але і сприяє загальному позитивному психологічному тону в колективі.

Список використаних джерел

1. Максименко С. Д., Соловієнко В. О. Загальна психологія : навчальний посібник. — К. : МАУП, 2000. — 256 с.
2. Варій М. Й. Загальна психологія : підручник для студентів вищих навчальних закладів. — 3-тє вид. — К. : Центр учбової літератури, 2009. — 1007 с.
3. Мацко Л. А., Прищак М. Д., Годлевська В. Ю. Основи психології та педагогіки : навчальний посібник для студентів заочної форми навчання. — Вінниця : ВНТУ, 2009. — 163 с.
4. Психологія : підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів ; за ред. І. Ф. Прокопенка. — Харків : Фоліо, 2012. — 863 с.

26
Експлуатація безпілотних літальних апаратів та комплексів

УДК 629.735
Т 81
М. Д. Барна, здобувач освіти[1]; О. Г. Саітгареєва, викладач, к.філос. н.[1]
[1]Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»
E-mail: maksim.barna@krfk.kai.edu.ua; olesya.saitgarejeva@krfk.kai.edu.ua

ТУ-141 «Стриж»: розвиток, можливості та проблеми сучасного використання

Актуальність теми полягає в тому, що в сучасних умовах ведення бойових дій безпілотні літальні апарати відіграють ключову роль у розвідці, коригуванні вогню та нанесенні ударів. Особливої уваги набуває можливість використання та модернізації вже існуючих зразків техніки, таких як Ту-141 «Стриж», для виконання нових завдань. Дослідження цього комплексу дозволяє краще зрозуміти еволюцію безпілотних систем, а також оцінити потенціал їх адаптації до сучасних умов війни. Тема є цікавою з точки зору поєднання історичного досвіду та сучасних технологій, що робить її важливою як для технічного аналізу, так і для практичного застосування.

Ту-141 «Стриж» — це оперативно-тактичний безпілотний розвідувальний комплекс, створений у 1970-х роках як розвиток попередніх радянських БПЛА. Його розробка стала проривом для свого часу, оскільки апарат поєднував високу швидкість (до 1000–1100 км/год), значну дальність польоту (до 1000 км) і можливість автономного виконання розвідувальних завдань. Спочатку планувалося створити надзвуковий апарат (до 1300 км/год), здатний прориватиППО двічі, але через технічні складнощі та надмірну масу від цієї ідеї відмовилися. У результаті було обрано більш ефективну дозвукову концепцію з парашутною посадкою замість посадки на шасі. Конструктивно апарат виконаний за схемою «безхвостка» з трикутним крилом і турбореактивним двигуном КР-17А, запуск здійснюється з мобільної установки за допомогою твердопаливного прискорювача, що дозволяє використовувати його без аеродромів.

Основне призначення Ту-141 — глибока повітряна розвідка на великих відстанях. Апарат оснащувався аерофотоапаратурою, інфрачервоними та тепловізійними системами, що дозволяло вести розвідку в будь-який час доби. При цьому важливою особливістю було те, що передача даних не здійснювалась у реальному часі — інформація отримувалась після посадки шляхом обробки фотоматеріалів, що знижувало оперативність, але робило апарат практично «невидимим» для радіоелектронних засобів виявлення. Завдяки високій швидкості, висоті польоту до 6 км і автономній навігації, «Стриж» міг ефективно виконувати розвідку в глибині оборони противника. Після розпаду СРСР значна кількість цих БПЛА залишилася на території України, що дозволило використовувати їх і в сучасних умовах.

На сьогодні Ту-141 має як переваги, так і серйозні недоліки. До плюсів належать велика дальність, висока швидкість і відсутність радіосигналів під час польоту, що ускладнює його виявлення. Водночас головними проблемами є застаріла електроніка, відсутність передачі даних у реальному часі, великі габарити та вразливість до сучасних систем ППО. Однак існує потенціал модернізації: заміна розвідувального обладнання на сучасні цифрові системи або навіть перетворення апарата на ударний дрон. У сучасній війні значення безпілотників надзвичайно велике, адже саме розвідувальні дані визначають точність ударів і успіх операцій, тому навіть такі старі комплекси можуть отримати «друге життя» при правильному оновленні [1].

Окремо варто зазначити, що розвиток Ту-141 «Стриж» отримав новий етап уже в умовах сучасної війни. Як зазначається у матеріалах про український оборонно-промисловий комплекс, після 2022 року відбулася переоцінка ролі безпілотних систем, у тому числі й за рахунок переробки застарілих розвідувальних БПЛА. Зокрема, Ту-141 почали використовувати не лише за прямим призначенням, а й як основу для ударних безпілотників, оснащених бойовою частиною. Відомі випадки застосування таких модифікованих апаратів для ураження цілей на значній відстані, що свідчить про можливість адаптації старих зразків техніки до нових умов ведення бойових дій. Таким чином, Ту-141 фактично став частиною еволюції далекобійних засобів ураження в Україні [2].

Наприкінці 2022 року Збройні Сили України використали модернізовані радянські БПЛА Ту-141 «Стриж» для завдання ударів по російських стратегічних бомбардувальниках Ту-95МС та Ту-22М3, ставши першими в історії, хто застосував ударні безпілотні апарати проти ракетоносців такого класу. Завдяки дальності до 1000 км, високій швидкості та можливості нести авіабомби ОФАБ-100-120, ці БПЛА, оснащені бойовою частиною замість розвідувального обладнання, завдали пошкоджень літакам на авіабазах Енгельс та Дягілєво [3].

Таким чином, Ту-141 «Стриж» є достатньо ефективним безпілотним літальним апаратом для свого часу, оскільки поєднує високу швидкість польоту, значну дальність дії та можливість виконання розвідувальних завдань без участі людини. Саме ці характеристики робили його серйозним інструментом оперативно-тактичної розвідки. Водночас через свої великі габарити та особливості конструкції він є помітним для сучасних засобів протиповітряної оборони, що знижує його ефективність у сучасних умовах ведення бойових дій. Разом із цим, потенціал цього комплексу ще не вичерпаний, адже за умови модернізації електроніки, систем навігації та встановлення сучасного обладнання він може бути адаптований до сучасних вимог. Отже, Ту-141 можна розглядати не лише як застарілу техніку, а як основу для подальшого розвитку або переобладнання в більш сучасний безпілотний комплекс.

Список використаних джерел

1.Калкиш К. Безпілотник Ту-141 Стриж – всі характеристики БПЛА. URL: https://suprotyv.com/bpla/tu-141-stryzh/ (дата звернення - 29.03.2026).

2. Ту-141 Стриж Від "Стрижів" до "Пекла": еволюція Діпстрайку. URL: https://deepstateua.com/vid-strizhiv-do-piekla-ievoliutsiia-ukrayinskikh-dalieko/ (дата звернення – 30.03.2026).

3. Киричевський І. Коли ЗСУ вперше били реактивним Ту-141 "Стриж" по Ту-22М3 і Ту-95МС, які особливості цього БПЛА. URL: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/koli_zsu_vpershe_bili_reaktivnim_tu_141_strizh_po_tu_22m3_i_tu_95ms_jaki_osoblivosti_tsogo_bpla-22195.html (дата звернення - 30.03.2026).

УДК 621.341
С. М. Бойко, к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій[1];
С. О. Іщенко, д.т.н., професор, професор кафедри транспортних технологій[1];
О. Б. Котов, д.т.н., професор, професор кафедри транспортних технологій[1]
[1] Національний університет «Запорізька політехніка»
E-mail: boikosn2017@gmail.com

Системний підхід до використання безпілотної авіації

Сучасний стан розвитку авіаційних технологій вимагає переходу від фрагментарного використання окремих безпілотних одиниць до формування цілісних експлуатаційних систем. Системний підхід у цьому контексті передбачає, що ефективність застосування безпілотної авіації залежить не лише від тактико-технічних характеристик літального апарата, а й від якості наземної інфраструктури, надійності каналів зв'язку та рівня професійної підготовки персоналу. Важливим аспектом є інтеграція БпЛА у загальний повітряний простір, що потребує суворого дотримання авіаційних правил, процедур реєстрації та сертифікації, а також розробки чітких протоколів взаємодії з пілотованою авіацією [1].

Завершальною ланкою системного підходу є обробка та дешифрування отриманих даних, що вимагає використання завадостійких каналів передачі інформації та сучасних програмних комплексів для аналізу. Таким чином, використання безпілотної авіації постає не як окремий акт польоту, а як складний технологічний процес, де кожен елемент – від нормативної бази до утилізації відпрацьованих акумуляторів – прямо впливає на загальну результативність та безпеку авіаційної діяльності. Тільки такий інтегрований підхід дозволяє повною мірою реалізувати потенціал безпілотних систем у наукових, господарських та безпекових сферах.

Таким чином, впровадження системного підходу до використання безпілотної авіації дозволяє значно підвищити рівень безпеки польотів та оптимізувати витрати на експлуатацію техніки. Подальші дослідження мають бути спрямовані на автоматизацію процесів технічної діагностики та вдосконалення систем штучного інтелекту для підтримки прийняття рішень оператором у реальному часі.

Список використаних джерел

1. The Great Reset / The World Economic Forum. 2020. URL: https://www.weforum.org/great-reset

УДК 621.341

І. І. Васін, викладач[1], О. С. Бойко, викладач[1];
С. М. Бойко, к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій[2]
[1] Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ
[2] Національний університет «Запорізька політехніка»
E-mail: boikosn2017@gmail.com

Сучасний стан та перспективи розвитку системи експлуатації безпілотних літальних апаратів та комплексів

Експлуатація безпілотних літальних апаратів та комплексів являє собою цілісну систему технічних, правових та організаційних заходів, що забезпечують безпечне та ефективне використання техніки на всіх етапах її життєвого циклу. Основою цього процесу є суворе дотримання нормативно-правової бази та авіаційних правил, які регламентують реєстрацію повітряних суден, сертифікацію експлуатантів та процедури отримання дозволів на використання повітряного простору. Технічний складник експлуатації вимагає регулярного проведення регламентних робіт, особливу увагу серед яких приділяють діагностиці композитних структур на наявність мікротріщин і розшарувань, а також моніторингу стану силових установок та деградації акумуляторних батарей. Безпека польотів при цьому безпосередньо залежить від урахування людського фактора та психофізіологічного стану оператора, оскільки більшість авіаційних подій виникає через ланцюжок помилок, які можна пояснити моделлю системних відмов. Для мінімізації ризиків критичне значення має правильне налаштування автоматичних протоколів безпеки, які спрацьовують у разі втрати зв'язку або критичного розряду джерела живлення.

Крім безпосереднього керування польотом, експлуатація включає роботу з цільовим спорядженням, таким як тепловізійні або мультиспектральні сенсори, та забезпечення завадостійкості каналів зв’язку в умовах радіоелектронних перешкод. Кінцева ефективність застосування безпілотних комплексів досягається лише через поєднання фахової підготовки персоналу, підтримання льотної придатності техніки та беззаперечного виконання інструкцій виробника, що перетворює експлуатацію зі звичайного використання на науково обґрунтований процес керування складним авіаційним ресурсом [1, 2].

Список використаних джерел

2. ICAO Strategic Objectives [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.icao.int/about-icao/Pages/Strategic-Objectives.

3. Крихтіна Ю. О. Державна політика розвитку транспортної галузі України: теорія, методологія, практика: монографія. Харків: «Діса плюс», 2022. 336 с.

УДК 623.746.8:629.7

О. М. Марченко, молодший науковий співробітник[1];
В. М. Петров, провідний науковий співробітник, кандидат військових наук[1];
А. Ф. Кудрявцев, науковий співробітник, кандидат військових наук[1];
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба
E-mail: boss.inform@ukr.net; petvac@ukr.net; rapid_2013@ukr.net

Оптимізація тактико-технічних характеристик безпілотних літальних апаратів методом попарного порівняння

У сучасних умовах ведення бойових дій безпілотні літальні апарати (БпЛА) відіграють одну з ключових ролей у системі розвідки, спостереження, цілевказання та вогневого ураження. Активний розвиток технологій безпілотної авіації зумовлює постійне зростання вимог до їх тактико-технічних характеристик (ТТХ), таких як дальність польоту, тривалість перебування в повітрі, корисне навантаження, стійкість до засобів радіоелектронної боротьби (РЕб), точність навігації та інші параметри. При цьому ефективність застосування БпЛА значною мірою залежить від оптимального поєднання зазначених характеристик, що відповідають конкретним умовам і завданням застосування.

Метою роботи є розроблення та обґрунтування підходу до оптимізації ТТХ БпЛА на основі методу попарного порівняння, а також формування алгоритму визначення вагових коефіцієнтів основних параметрів БпЛА для подальшого прийняття обґрунтованих рішень щодо їх проєктування та застосування.

Процес визначення пріоритетності та оптимального співвідношення ТТХ БпЛА є складною багатокритеріальною задачею, що потребує використання формалізованих методів аналізу та прийняття рішень.

Традиційні методи оптимізації, такі як математичне моделювання чи генетичні алгоритми, часто базуються на експертних оцінках або окремих технічних показниках, іноді обмежені через суб’єктивність критеріїв і багатоваріантність рішень, що ускладнює вибір оптимальної конфігурації БпЛА в умовах обмежених ресурсів і не завжди дозволяє об’єктивно визначити вагомість кожного параметра та їх взаємний вплив на загальну ефективність системи.

Одним із ефективних інструментів багатокритеріального аналізу є метод попарного порівняння, заснований на Аналітичному ієрархічному процесі (AHP) Томаса Сааті, який дозволяє визначити відносну важливість параметрів шляхом систематичного порівняння їх між собою. Застосування цього методу дає змогу формалізувати експертні судження, підвищити об’єктивність оцінювання та сформувати узгоджену систему пріоритетів ТТХ БпЛА.

Метод попарного порівняння, реалізований у рамках AHP, зарекомендував себе як ефективний інструмент підтримки прийняття рішень у військовій сфері, зокрема для оцінювання бойової техніки, логістики та альтернатив ведення бойових дій.[1] Окремі дослідження демонструють результативність AHP для вибору та оцінювання БпЛА за комплексом критеріїв (дальність, тривалість польоту, корисне навантаження, швидкість, вартість), а також для формування раціонального типу безпілотних авіаційних комплексів для різних завдань.[2]

У дослідженнях, присвячених вибору оптимального БпЛА для тактичних підрозділів військових формувань, розробляються моделі, у яких структура критеріїв охоплює як тактико-технічні, так і організаційно-економічні показники. До ТТХ у таких моделях зазвичай відносять дальність і тривалість польоту, масу й тип корисного навантаження, максимальну висоту, швидкість, стійкість до РЕБ, надійність та живучість, тоді як до економічних – вартість придбання, експлуатації та обслуговування. Застосування попарних порівнянь у нечіткому форматі дозволяє врахувати невизначеність експертних оцінок і сформувати інтегральний показник придатності БпЛА для конкретного тактичного профілю місії, що забезпечує обґрунтований вибір типу та конфігурації апарата.[3]

Запропонований підхід до оптимізації ТТХ БпЛА методом попарного порівняння забезпечує обґрунтований вибір раціональної конфігурації апаратів та може слугувати основою для подальшого вдосконалення систем підтримки прийняття рішень у військовій сфері.

Список використаних джерел

1. І.В. Телевний, В.М. Феденько Застосування методу аналізу ієрархій для оцінки впливу екранно-вихлопного пристрою на зміну захищеності вертольоту від керованих ракет з інфрачервоними головками самонаведення // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2021, № 3(44). – с. 82-87.

2. Fachmi Khoiruddin, Romie Oktovianus Bura, Erzi Agson Gania AHP-Based Evaluation of UAV Platforms for Maritime Surveillance Across Indonesia's Archipelagic Sea Lanes // Formosa Journal of Science and Technology, Vol.4, No. 8, 2025: 2281-2290

3. Clara Maathuis, Leendert Ambtman Fuzzy AHP Model for Courses of Action Comparison in Military Operations // Vol. 20 No. 1 (2025): Proceedings of the 20th International Conference on Cyber Warfare and Security (ICCWS 2025)

УДК 629.7.014.9:629.58
В. О. Яковець, здобувач освіти[1]; Ю.Ю. Халецька, викладач[1]
[1]Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж ракетно-космічного машинобудування Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара»
E-mail: akovec1011@gmail.com;
yuliya.haletskaya@krkm.dnu.edu.ua

Особливості проєктування та функціонування гібридних повітряно-підводних апаратів

В роботі розглянуто ключові технічні виклики створення гібридних повітряно-підводних безпілотних апаратів, зокрема вплив різних фізичних властивостей середовищ, особливості руху, енергоспоживання, перехідні процеси та проблеми керування. Узагальнено сучасні підходи до їх вирішення.

Сучасні гібридні повітряно-підводні апарати є перспективним напрямом розвитку безпілотних систем, здатних функціонувати у двох принципово різних середовищах - повітрі та воді. Однак значні відмінності фізичних характеристик цих середовищ створюють серйозні інженерні виклики.

Різниця у щільності (приблизно у 800 разів) та в'язкості (приблизно у 50 разів) між водою та повітрям суттєво ускладнює проєктування та керування такими апаратами. Повітря має щільність близько 1,2 кг/м³ і в'язкість $1{,}8 \times 10^{-5}$ Па·с) та води (густина 1000 кг/м³, в'язкість $1{,}0 \times 10^{-3}$ Па·с) відповідно. Ці відмінності безпосередньо впливають на гідродинамічні та аеродинамічні характеристики апаратів. Наприклад, сила опору у воді може бути у сотні разів більшою, ніж у повітрі при однаковій швидкості: 623,125 Н проти 0,765 Н при швидкості 10 м/с Відповідно, для забезпечення руху під водою необхідна значно більша тяга (до 673,39 Н) порівняно з польотом у повітрі (близько 51,03 Н) .

Особливу складність становить перехід апарата через межу середовищ. Процес входу у воду супроводжується ударними навантаженнями, де максимальна сила може досягати 353,42 Н залежно від кута входу та швидкості. Сам перехід включає три фази: початковий контакт, часткове занурення та повне відокремлення від поверхні . Крім того, у зоні поблизу поверхні води виникають складні ефекти, такі як утворення «водяного горба», поверхневий натяг, вентиляція та розбризкування, що ускладнюють стабілізацію апарата.

Суттєвим фактором є і енергоспоживання. Під час роботи під водою та переходу між середовищами воно може зростати до 250% порівняно зі звичайним польотом, при цьому основне навантаження припадає на ротори (до 450 Вт). Додаткові обмеження пов'язані з роботою двигунів: під водою

спостерігається ефект когінгу, що обмежує частоту обертання роторів (до 800 об/хв проти 2000 об/хв у повітрі) .

Важливим аспектом є також проблема зв’язку: радіосигнали ефективно поширюються у повітрі, але значно гірше у воді, що потребує використання альтернативних методів, таких як акустична передача даних . У зв’язку з цим сучасні дослідження пропонують використання адаптивних або подвійних систем руху, оптимізованих окремо для кожного середовища . Одним із перспективних рішень є застосування гвинтів зі змінним кроком, що дозволяє ефективно працювати як у повітрі, так і у воді .

Отже, гібридні повітряно-підводні апарати стикаються з фундаментальними фізичними обмеженнями через різницю властивостей середовищ. Найбільш складними є процеси переходу між повітрям і водою та забезпечення ефективного руху в обох середовищах. Значне зростання енергоспоживання та навантажень вимагає оптимізації конструкції та систем керування. Перспективними напрямами розвитку є адаптивні рушійні системи, змінний крок гвинтів та нові методи зв’язку.

Список використаних джерел

1. A Critical Review of the Use of Artificial Intelligence in Unmanned Aerial Vehicles / L. Gupta et al. Drones. 2026. Vol. 10, no. 1. Art. 62. URL: https://www.mdpi.com/2504-446X/10/1/62 (дата звернення: 26.03.2026).
2. Advanced AI Techniques for Autonomous Navigation of UAVs / J. S. Kumar et al. ResearchGate. 2025. URL: https://www.researchgate.net/publication/390819837 (дата звернення: 26.03.2026).
3. Moral and Ethical Implications of Autonomous Weapon Systems: A Systematic Literature Review / A. Roberts et al. Informatics. 2024. Vol. 9, no. 3. Art. 181. URL: https://www.mdpi.com/2313-7673/9/3/181 (дата звернення: 26.03.2026).

ЗМІСТ

1 Сучасні засоби і методи навігації (авіація, космонавтика, флот тощо)

Лойченко В. І.	Впровадження PBN в Україні	4
Лущак Н. В.	Аналіз методів підвищення стійкості БПЛА до GPS-спуфінгу в умовах радіоелектронної боротьби	5
Сєдой А. О.	Особливості застосування інерціальних модулів MPU6050 в сучасних БПЛА	7
Тацуля Д. О.	Коливальний контур із збереженням характеристичного опору	11
Харін Г. В.	Використання штучного інтелекту для навігації безпілотних літальних апаратів	13
Шмаков В. В. Литвинчук Д. В. Онипченко П. М. Колодяжний О. І.	Дослідження бездротових сенсорних мереж як складової навігаційної системи повітряних суден під час виконання ними завдань за призначенням	15

3 Проєктування, конструювання, надійність, технічна експлуатація літальних апаратів, авіаційних і космічних

Бєкіров А. Ш.	Вплив категорії технічного обслуговування на надійність повітряних суден	19
Гайдай І. О.	Людський фактор в системі технічної експлуатації повітряних суден	22
Константінов А. О. Бердочник А. Д. Марченко О. М.	Параметричне дослідження шумів повітряних гвинтів	25
Луценко Д. П.	Вплив аеродинамічних характеристик на надійність сучасних літальних апаратів	27
Партюк В. О.	Використання штучного інтелекту в авіаційних та космічних системах	29
Рєзнік О. С.	Біоінспіровані аеродинамічні конструкції у сучасному літакобудуванні	31
Savinov S.	Buckling of a Web under combined Tension and Compression	33
Царенко А. О.	Аналіз структури системи регулювання двигуна Turbomeca Arriel 2D вертольоту Н-125	36

4 Методи неруйнівного контролю і діагностики

Кір М. В.	Автоматизована діагностика електронних пристроїв	39
Продан Т. Г.	Неруйнівний контроль електроніки	41
Радченко А. І.	Діагностика програмованого індикатора заряду 6133А	43

5 Системи енергопостачання на транспорті

Вигузов І. Ю. Коваленко М. Д.	Системи енергопостачання на транспорті	46

Коваль І. Ю. Кондратенко К. В.	Електромагнітний варіатор в якості приводу постійних оборотів на пасажирському літаку	48

7 Альтернативні джерела енергії на літальних апаратах

Гринченко О. С. Гринченко Т. О.	Альтернативні авіаційні палива як шлях до сталого розвитку авіації	51
Зубов І. В.	Ядерне паливо у новому поколінні авіації	53
Мішустіна С. С.	URBAN AIR MOBILITY та електричні літальні апарати EVTOL як новий напрям розвитку в авіації	55
Уманов М. В.	Перспективи застосування п'єзоелектричних систем збору енергії в конструкціях сучасної авіаційно-космічної техніки	57
Шеліган Л. Я.	Біопаливо як найбільш вагомий компонент при створенні сумішей сталого авіаційного палива	60

8 Екологічні аспекти використання альтернативних джерел енергії на літальних апаратах

Гришко Д. С.	Перспективи використання екологічного палива в авіації та космонавтиці	64
Мазур О. М.	Використання супер-дирижаблів для післявоєнного відновлення України у секторі зеленої енергетики	66
Мішустіна С. Р.	Перспективи впровадження водневих технологій у цивільній авіації	68

9 Наземна інфраструктура на транспорті, транспортні технології

Базик К. С.	Розвиток наземної логістичної інфраструктури авіаційного транспорту	72
Корчук М. П.	Стратегічні напрями розвитку транспортної інфраструктури в умовах глобальної цифровізації	74
Реута А. В. Дєрябіна І. О.	Розроблення та оптимізація порядку заправлення паливом дистанційно керованих безпілотних систем на основі сучасних вимог нормативно-технічного регулювання	76
Темірханов Д. В.	Стратегічне управління транспортною інфраструктурою	79
Чирва В.І.	Досвід проектування об'єктів наземної інфраструктури в Blender	81

10 Економіка та комерціалізація транспортної галузі

Паустовська Т. І.	Економіко-теоретичні підходи щодо розвитку транспортної галузі	86
Смирнова Н. В.	Податки як інструмент фінансового механізму	89
Смирнова Н. В. Стрілець Є. П.	Міжособистісні комунікації у професійній діяльності менеджера: ціннісний аспект	91
Шахно А. Ю. Лашкун Г. А. Крютченко С. К.	Формування бізнес-моделі підприємства в умовах конкуренції	93

14 Інформаційні технології та математичне моделювання на транспорті

Akhmerov A.	Computational Efficiency of Solving Sparse Tridiagonal Systems: LU Factorization vs. Inverse Methods	97
Ахмеров А. О.	Інформаційні системи для підтримки ухвалення управлінських рішень OLAP	99
Bakhtiiarov D. Kotyk B. Leleko A.	Methodology of intelligent data processing in telecommunication systems	103
Бурцева Д. М.	Розробка та дослідження системи автоматичного освітлення на основі сенсорних даних	105
Володченко М. Є.	Математичне моделювання та оптимізація траєкторій безпілотних літальних апаратів в умовах невизначеності навколишнього середовища	108
Деревецька П. М.	Математичний фундамент авіаційних систем: прикладні аспекти дискретної математики в підготовці фахівців авіаційного спрямування	110
Кравчук М. І.	Використання контейнеризації Docker в Linux-системах для розгортання авіаційних тренажерів	112
Лебедєва М. С.	Математичне моделювання в теорії прийняття рішень	114
Менегатті Д. А.	Аналіз застосування криптографії та шляхи вдосконалення захисту даних на смартфонах	118
Менегатті Д. А.	Хмарні технології та сервери як основа для майбутнього. Конкуренція за якість та архітектура	121
Мітлов О. О.	Аналіз цифрових технологій у системах управління дорожнім рухом	124
Носик Д. В.	Оптимізація траєкторій польоту БПЛА в умовах обмеженого простору та протидії РЕБ на основі математичних моделей	127
Пиханова У. О.	Цифровізація транспортної інфраструктури: сучасні тенденції та перспективи	129
Сурова І. П.	Когнітивний цифровий двійник аеропорту	131
Терьошина С. С.	Аналіз геоінформаційних систем у транспортній галузі	134

15 Екологія

Бєглов С. В. Петров М. О. Рудченко В. Ю.	Використання технологій комп'ютерного зору для виявлення транспортних засобів з надмірним димленням у міському потоці	138
Гарбар А. М.	Екологічні виклики сучасної авіації та шляхи їх подолання	140
Куць О. П. Мартинюк Н. І. Осипов А. Ю.	Вплив рельєфу місцевості та дорожніх умов на токсичність відпрацьованих газів під час експлуатації вантажівок	145
Назаренко В. Д. Бойко В. О.	Розвиток альтернативної енергетики та її екологічне значення	147
Повар В. О.	Екологічний моніторинг придорожніх територій за	149

Ребров Д. О. Калашник Р. Ю.	допомогою сенсорних мереж IoT та аналіз динаміки концентрації оксидів азоту	
Реута А. В. Дєрябіна І. О.	Екологічний моніторинг та оцінка ризиків забруднення навколишнього середовища в зоні експлуатації об'єктів заправлення паливом дистанційно керованих безпілотних систем	151
Філоненко В. В. Філоненко Б. В. Чепурний Є. М.	Оцінка ефективності каталітичних нейтралізаторів з пониженим вмістом дорогоцінних металів для бюджетних автомобілів	154
	16 Авіаційна і космічна медицина	
Денисенко О.Є.	Досвід проектування медичного космічного модуля в Blender	157
	17 Авіаційне і космічне право	
Іващенко М. М. Ратнакар Ю. В.	Правове забезпечення відновлення цивільного повітряного руху в Україні після повномасштабної війни: міжнародні стандарти та національні механізми	161
Море Д. І.	Можливості БПЛА зі штучним інтелектом. Етичні виклики та межі автономії в сучасному повітряному просторі	163
Паламарчук І. В.	Щодо управління переданими до АРМА активами з метою недопущення переривання функціонування підприємств авіабудівельної галузі України	165
Хмара А. О. Іващенко М. М. Ратнакар Ю. В.	Правові та безпекові виклики відновлення цивільних авіаційних перевезень в Україні у повоєнний період	169
	18 Фундаментальна фізика і аномальні атмосферні явища	
Капелюшна А. В.	Космічний подих Землі	173
Логвінова М. І.	Фрактали в мистецтві	175
Ульяненко Д. Є.	Фундаментальна фізика і аномальні атмосферні явища	178
Усенко М. В.	Інноваційні типи напівпровідників: перспективи розвитку сучасної електроніки	181
	19 Історія науки і техніки	
Кулик О. П Воронов Д. М. Щербак О. В. Комаров Є. В. Кудринський О. В.	Історико-технічні аспекти появи та розвитку привідних радіостанцій	185
Стеценко А. Р. Кононенко Н. О.	Авіаційна рефлексія у сучасній українській філателії періоду воєнного стану	188
	21 Інноваційні технології в науці і освіті	
Бондаренко П. В.	Перспективи застосування лазерних технологій у	191

	машинобудуванні	
Вершиніна Б. С.	Деякі застосування множин Вороного на площині для організації роботи торговельних мереж	194
Даниліна Г. В. Рашевський М. О.	Оптимальне керування нестаціонарними системами із виродженням та післядією	196
Довганенко В. О.	Використання програмного забезпечення для розрахунку системи лінійних рівнянь у комплексних числах електричних кіл змінного струму	198
Калайда М. С.	Моделі захисту промислових систем через контроль доступу	200
Осадча О. Г.	Трансформація освітнього середовища в умовах зміни поколінь: від цифрового навчання до метавсесвіту	202
Пасічна О. В.	Удосконалення орфографічних умінь і навичок здобувачів освіти у процесі вивчення дисципліни «Українська мова (за професійним спрямуванням)»	205
Пасічник І. О.	Використання адитивних технологій у машинобудуванні	208
Прокопенко В. Ю.	Хмарне відеоспостереження (VSaaS) vs локальні сервери: що обрати у 2026 році?	210
Прокопенко Д. І.	Майбутнє бездротових систем безпеки	212
Семисал Г. О.	Штучний інтелект як «другий пілот»	214
Сисоєва А. А.	Мобільні технології у навчанні: можливості та переваги	216
Хоміна К. А.	Гейміфікація як інноваційний підхід до організації навчального процесу	221
Чорний О. А.	Впровадження проєктного навчання при вивченні дисципліни «Відеоінформаційні технології»	225
	22 Технічне моделювання	
Буцик І. М.	Практичні аспекти застосування методу дерева подій для аналізу помилок персоналу при управлінні повітряним рухом	228
Григоренко Є. Ю.	Порівняння сучасних систем автоматичного проектування електронних схем в освітньому процесі для фахових молодших спеціалістів спеціальності G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка	232
Зенченко А. О.	Розробка 3d-моделі роботизованого марсохода в середовищі Blender	234
Кутін А. І.	Пристрій контролю синхронності замикання контактів та часу спрацювання комутаційних апаратів	236
Савицький Р. А.	Розробка навчально-демонстраційного стенду для діагностики сервоприводів	238
Чорний О. А.	Методика дослідження перехідних процесів у дисципліні «Теорія електричних та магнітних кіл» за допомогою програми Multisim	241

23 Дистанційний моніторинг Землі

Афанасьєв Ю. В. Афанасьєв В. В. Пужай-Череда С. К.	Модель динамічного моніторингу стану атмосфери в районах об'єктів критичної інфраструктури	245

24 Філософія і космос

Іванов А. Ю.	Тези про тисячолітні космічні мрії людства	247
Копиця Є. С.	Ототожнення простору з космосом	249
Кошелєва М. А.	Філософія і космос на прикладі Стародавнього Єгипту та сьогодення	252
Матвійчук Н. А.	«Три світи» в творчості «українського Сократа»	255
Ушно І. М.	Між ризиком і контролем: самосвідомість Homo Aerospace у просторі польоту	257

25 Аерокосмічна освіта

Кучер І. Г.	Отримання знань і психологія	261

26 Експлуатація безпілотних літальних апаратів та комплексів

Барна М. Д.	ТУ-141 «Стриж»: розвиток, можливості та проблеми сучасного використання	265
Бойко С. М. Іщенко С. О.	Системний підхід до використання безпілотної авіації	268
Васін І. І Бойко О. С.	Сучасний стан та перспективи розвитку системи експлуатації безпілотних літальних апаратів та комплексів	269
Марченко О. М. Петров В. М. Кудрявцев А. Ф.	Оптимізація тактико-технічних характеристик безпілотних літальних апаратів методом попарного порівняння	270
Яковець В. О.	Особливості проєктування та функціонування гібридних повітряно-підводних апаратів	272

ЗБІРНИК ТЕЗ

V Міжнародна науково-практична конференція

АВІАЦІЯ ТА КОСМОНАВТИКА

Редакційна колегія:
Власенков Д. П.
Даниліна Г. В.
Кольчак М. М.
Кишинівська А. О.

Матеріали опубліковані в авторській редакції

Видавництво: КРФК КАІ
Розмножувальна дільниця
50045, м. Кривий Ріг, вул. Туполєва, 1
E-mail: pochta@krfk.kai.edu.ua