

траєкторії потоку яких, також можна поділити на три частини, як і на рис. 1, що відображають ті самі етапи: етап I – викид потоків ВР в атмосферу (майже пряма з нахилом α); етап II – їх вільний рух в повітрі (відповідає кривій, близької до параболи); етап III – потрапляння на об'єкт пожежогасіння. Кожну траєкторію струменя ВР представляємо за допомогою добре зарекомендованого методу інтерполяційних поліномів Лагранжа. Вважалося, що розшукувана траєкторія, задана параметрично і відповідає залежності координат X і Z від часу t третього ступеня. Тоді «псевдовісева» лінія траєкторії потоку ВР, що проходить через «реперні» точки записуються у вигляді формули:

$$\begin{aligned} X(t) &= A_1(\alpha)t^3 + B_1(\alpha)t^2 + C_1(\alpha)t, \\ Z(t) &= A_2(\alpha)t^3 + B_2(\alpha)t^2 + C_2(\alpha)t, \end{aligned} \quad (1)$$

де α – кут нахилу до горизонту ствола; t – поточний час.

Після визначення шуканих коефіцієнтів (при довільному значенні α) завдання опису траєкторій руху ВР можна враховувати вирішеним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ostapov K. etc Improvement of the installation with an extended barrel of cranked type used for fire extinguishing by gel-forming compositions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. 4(10 (100)). P. 30–36. doi: 10.15587/1729-4061.2019.174592
2. Ostapov, K., Senchykhin, Y., Ragimov, S., Kirichenko, I. Improving the Quenching of the Undercarriage Space due to the Adhesive Properties of Gel-Forming Compositions. In Key Engineering Materials. 2022. Vol. 927. P. 53–62. doi:10.4028/p-1su80t
3. Ostapov, K., Senchykhin Yu., Syrovoi V., Avetisian V. Improving the installation of fire gasing with gelecting compounds // Збірка наукових праць «Проблеми надзвичайних ситуацій». 2021. Випуск 33. С. 4-14. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/14116>

УДК 614.84 + 629.73

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ НОВИХ МОДЕЛЕЙ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

*Сергій ПАНЧЕНКО, Артем БИЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент
Михайло ПУСТОВІТ,*

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Створення нових моделей безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для використання у сфері пожежної безпеки є актуальним напрямком досліджень, що вимагає інноваційного підходу та врахування останніх досягнень у галузі аеродинаміки, матеріалознавства, енергетики та штучного інтелекту. Розглянемо деякі з ключових концептуальних підходів та інновацій, які можуть бути застосовані при проектуванні БПЛА для пожежогасіння.

По-перше, модульні БПЛА можуть бути швидко адаптовані до різних завдань пожежогасіння, змінюючи вантажні модулі, датчики або системи доставки вогнегасних матеріалів. Це дозволяє оптимізувати БПЛА для різних типів пожеж та умов місцевості. Компанія DJI пропонує лінійку модульних БПЛА, таких як Matrice 300 RTK, що дозволяє встановлення різних сенсорів і модулів для пожежогасіння, включаючи тепловізійні камери та спеціальні розпилувачі вогнегасних речовин.

Таблиця 1. Сенсори/датчики, які використовуються в БПЛА

Назва сенсору/датчика	Виробник	Тактико-технічні характеристики	Відстань дії	Використання вночі	Споживання енергії
Тепловізійний сенсор	FLIR Systems (США)	Висока роздільна здатність, можливість виявлення джерел тепла до 1000°C	до 500 м	Так	Високе
Лідар (LiDAR)	Velodyne Lidar (США)	3D-картографування місцевості, точність вимірювання до 2 см, висока швидкість сканування	до 1000 м	Так	Середнє
Мультиспектральний сенсор	MicaSense (США)	Аналіз рослинності та моніторинг здоров'я рослин, виявлення "гарячих точок" через зміни в рослинності	до 200 м	Ні	Низьке
Сенсор якості повітря	Aeroqual (Нова Зеландія)	Моніторинг рівнів CO, CO ₂ , NO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} та PM ₁₀ , важливо для оцінки безпеки повітряного середовища навколо пожежі	до 100 м	Так	Низьке
Гіроскопи та акселерометри	Bosch Sensortec (Німеччина)	Визначення положення в просторі та стабілізація польоту, висока точність	Не застосовно	Так	Низьке

По-друге, використання алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту для аналізу даних з датчиків БПЛА може значно підвищити ефективність виявлення пожеж, а також планування та виконання операцій з гасіння. [1] БПЛА Firefly, розроблений компанією Percepto, використовує алгоритми машинного навчання для аналізу відеоданих в реальному часі, щоб виявляти ознаки пожежі та автоматично надсилати сповіщення операторам.

По-третє, розробка нових видів батарей з високою енергетичною щільністю та швидкісним заряджанням є ключовим фактором для збільшення польотного часу БПЛА та їх дальності дії. Інноваційні рішення, такі як літій-сірчані батареї або батареї на основі твердого електроліту, відкривають нові перспективи в цьому напрямку. Компанія Airbus Defense and Space донедавна тестувала безпілотник Zephyr, який має один з найбільших часів польоту на ринку завдяки використанню інноваційних підходів до використання сонячних батарей, пристрій протримався у повітрі 64 дні та 22 години.



Рис.1 – Проект БПЛА оснащений тепловізійним сенсором FLIR, лідаром Velodyne, мультиспектральним сенсором VicaSense, сенсором якості повітря Aeroqual на карбоново-полімерній рамі посиленій вуглецевими волокнами

По-четверте, при побудові каркасу безпілотників використовуються легкі та міцні матеріали, які забезпечують високу маневреність, тривалий час польоту та стійкість до різних погодних умов. Деякі з передових матеріалів включають: *карбонові волокна* (Carbon Fiber) - міцний та легкий матеріал, який забезпечує високу жорсткість та мінімальну вагу. Виробники: Toray Industries (Японія), SGL Group (Німеччина); *алюмінієві сплави* (Aluminium Alloys) - легкі, але міцні матеріали, широко використовуються в авіабудуванні. Виробники: Alcoa Corporation (США), Rio Tinto Alcan (Канада); *титанові сплави* (Titanium Alloys) - висока міцність при низькій вазі, стійкість до корозії. Виробники: VSMPO-AVISMA (Росія), TIMET (США); *полімери, посилені вуглецевими волокнами* (Carbon Fiber Reinforced Polymers - CFRP) - комбінують легкість та високу міцність, стійкі до ударів та корозії. Виробники: Hexcel Corporation (США), Teijin Limited (Японія); *полімери, посилені скловолокном* (Glass Fiber Reinforced Polymers - GFRP) - менш дорогі, ніж CFRP, але все ще пропонують хорошу міцність та легкість. Виробники: Owens Corning (США), Jushi Group (Китай).

У майбутньому розробка БПЛА для пожежної безпеки буде зосереджена на подальшому підвищенні їх автономності, вдосконаленні систем штучного інтелекту для кращого розуміння складних сценаріїв пожеж та інтеграції з іншими системами реагування на надзвичайні ситуації. Очікується, що інновації в області енергозберігаючих технологій та матеріалів дозволять створювати БПЛА з ще більшим польотним часом та вантажопідйомністю, що значно розширить їх можливості для виконання складних місій пожежогасіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Панченко, С., Ніжник, В., Биченко, А., (2023) Алгоритми використання пожежної авіації для гасіння лісових пожеж Надзвичайні ситуації та ліквідація. Т.7 №1. С. 77–88. (<https://firejournal.ck.ua/index.php/fire/article/view/149>)