Чепис Олександр Вікторович, аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль

ORCID ID: 0009-0001-4480-5877

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ**

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) стрімко розвиваються та набувають дедалі більшої актуальності у всіх сферах життя. Їх використовують у промисловості, побуті та у військовій сфері. Одним з ключових факторів є час автономної роботи без необхідності підзаряджання, оскільки в більшості випадків це потребує використання людського ресурсу, як у випадку безпілотних літальних апаратів, тому оптимізація енергоефективності є актуальним питанням.

Тривалість польоту дрона залежить від багатьох факторів таких як: акумулятор, що характеризуються ємністю – чим більша ємність тим більший час польоту, проте варто враховувати вагу батареї, оскільки збільшення маси збільшує споживання енергії, хімічний склад що забезпечує різну максимальну ємність при однаковій вазі та стан акумулятора; вага дрону і корисне навантаження (додаткові компоненти, камери, давачі тощо): чим більша вага дрону тим більше енергії необхідно забезпечити для того щоб залишатися повітрі; умови навколишнього середовища: вітер – чим більший вітер тим більше енергії потрібно для підтримки стабільного положення (не враховуючи випадків, коли вітер допомагає зберегти заряд батареї), екстримальні температури, що можуть негативно вплинути на продуктивність акумулятора; щільність повітря, що характеризується висотою польоту (чим вище, тим більше енергії потрібно для утримання в повітрі); стиль польоту: швидкі маневрені рухи споживаються значно більше енергії в порівнянні з плавними поворотами [4]. Також одним з ключових факторів є дизайн та компоненти дрона: обтічна конструкція з ефективними пропелерами і двигунами буде зменшувати опір та підвищить енергоефективність, також це стосується використання якісних двигунів та програмного забезпечення [2]. На енергоефективність дрону впливають також і інші фактори такі як: використання GPS, відеозапис і робота датчиків, технічний стан дрону тощо. Тому дрон з більш ємним акумулятором та обтічною конструкцією, що летить в безвітряну погоду з помірною швидкістю, зможе пробути в повітрі довше, ніж важкий дрон зі зношеним акумулятором, який виконує складні маневри при сильному вітрі.

Розглянувши фактори, що впливають на ефективність використання енергії при польоті, можна підбирати та оптимізовувати необхідні параметри, щоб забезпечити найбільшу ефективність під конкретні задачі.

Виконуючи розробку або вдосконалення БПЛА для забезпечення необхідної енергоефективності потрібно звертати увагу на матеріали з якого він виготовляється, звертаючи увагу на різні композитні матеріали, та матеріали з вуглеволокна, які мають меншу вагу при забезпеченні оптимальної міцності. За їх допомогою досягається оптимізація конструкції дрону, яка спрямована на покращення аеродинамічних характеристик: зменшення опору при польоті, збільшення підйомної сили. Також на зменшення споживання енергії впливає використання енергоефективної електроніки та оптимізованого програмного забезпечення, що дозволяє не тільки зменшити базові енергозатрати на обробку інформації, а й оптимізувати параметри польоту [1].

Майбутніми тенденціями в розвитку БПЛА є впроваждення технологій гібридного живлення наприклад поєднання акумуляторів з паливними елементами або збір енергії під час польоту використовуючи сонячні панелі для підзаряджання акумулятору [3], використання штучного інтелекту для побудови конструкцій та оптимізації аеродинамічних характеристик; побудови більш точних комп’ютерних симуляцій, що максимально наближені до реальних умов польоту, що дозволить краще оцінити можливості дрону без фізичних тестів.

Отже, забезпечення максимальної енергоефективності у БПЛА - це завдання, що включає в собі безліч аспектів потрібних для врахування починаючи від конструкції дрону, завершуючи умовами в яких буде проводитись його експлуатація і це питання вимагає комплексного підходу. Зосередившись на легких матеріалах, аеродинамічному дизайні, доповненні дронів ефективними алгоритмами обробки данних та оптимізації процесів ми зможемо виготовляти БПЛА, які будуть не лише ефективно виконувати місії, але й зберігати максимальну енергоефективність. А оскільки технології продовжують розвиватися, ми можемо очікувати на появу ще більш інноваційних рішень, які підвищать енергоефективність і стійкість БПЛА в найближчому майбутньому.

**Література**

1. Денисов, Ю. О., Шаповалов, О. Л., Середа, О. В., & Куц, Є. В. (2021). ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ПРИВОДОМ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПОЛЬОТУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА. Технічні науки та технології, (3(13), 187–195. https://doi.org/10.25140/2411-5363-2018-3(13)-187-195
2. Driving Aerodynamic Drone Design with Advanced Simulation. URL: https://enterprise.trimech.com/driving-aerodynamic-drone-design-with-advanced-simulation/ (дата звернення: 08.10.2024).
3. What Affects the Range of a Drone?. URL: https://amprius.com/drone-range/#:~:text=A%20heavier%20drone%20requires%20more,with%20a%20similar%20battery%20capacity. (дата звернення: 07.10.2024).
4. What are the factors that affect the flight time and range of drone?. URL: https://www.droneassemble.com/what-are-the-factors-that-affect-the-flight-time-and-range-of-drone?/ (дата звернення: 07.10.2024).