

СИНТЕЗ АЛГОРИТМУ КООРДИНАЦІЇ АВТОНОМНИХ БПЛА В ГРУПІ

к.т.н., доц. Свид І.В., викладач Ратич О.Ю.

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника;
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба
e-mail: svyd.iv@gmail.com

Abstract. The work synthesizes an algorithm for coordinating the work of a UAV group. This allows implementing the principle of coordinating control.

Ключові слова: синтез, алгоритм, координація, група, БПЛА.

Вступ. Широке застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) зумовлене їхнім широким функціоналом, що дозволив в умовах реального часу об'єднати автоматичну систему пілотування з одночасним отриманням та передачею значимої інформації за допомогою використання сучасного обладнання систем навігації, аерофото- та відеофіксації, відеомоніторингу, картографування, 3-D моделювання, аналізу шкідливих речовин в повітрі, інфрачервоного та тепловізійного обстеження місцевості, приміщень тощо. На сьогодні, існує багато актуальних задач щодо реалізації алгоритмів управління групою БПЛА для виконання цивільних і військових завдань [1, 2].

Основна частина. На систему координуючого управління групою БПЛА покладається завдання збору літальних апаратів в групі і подальше синхронне управління кожним з них для організації загального руху по заданій траєкторії, яка формується ведучим літальним апаратом, виходячи поставленої мети [3-6]. Реалізація такого управління вимагає формування командного рівня управління і організації вертикальної (ієрархічної) координації взаємодіючих між собою автономних підсистем управління БПЛА [7-10]. Враховуючи наведене, система координуючого управління групою БПЛА буде мати дворівневу ієрархічну структуру. Нижній рівень утворюють автономні бортові системи управління, призначені для стабілізації параметрів руху БПЛА по заданій траєкторії. Для управління координацією окремих підсистем щодо завдання, поставленого верхнім рівнем ієрархічної системи, в роботі було запропонована наступна умова існування: для координованих підсистем нижнього рівня щодо вирішуемого завдання в підсистемі верхнього рівня, необхідно і достатньо, щоб для кожної підсистеми нижнього рівня за задане число тактів рішення задачі самоврядування при заданому на довільному такті керуючого впливу від підсистеми верхнього рівня існували ті не локальні дії, що управляють, щоб узагальнені показники функціонування належали до заданої області. Тобто, завдання узгодженого управління групою БПЛА може бути інтерпретоване, як завдання забезпечення руху вектора узагальнених вихідних координат групи за бажаною траєкторією в

дискретному просторі станів. Зазначена траєкторія повинна відповідати заданим законам зміни бажаної траєкторії польоту, і в кожен дискретний момент подачі керуючих впливів може коригуватися в залежності від поточної обстановки.

При вирішенні задачі управління польотом БПЛА в групі, центральне місце займає вибір математичної моделі для опису просторового руху групи літальних апаратів. Оскільки рівняння динаміки є досить складна система нелінійних диференціальних рівнянь, яка включає кінематичні рівняння, рівняння сил, рівняння моментів, а також сукупність рівнянь зв'язків параметрів руху в різних системах координат. Використана в роботі модель відносного руху дозволяє декомпозиувати сукупність рівнянь динаміки групи літальних апаратів в набір моделей руху ведучого і введеного БПЛА.

Висновки. Запропонований підхід дозволяє спростити аналіз завдання управління групою БПЛА, спростити перехід до нової базової системи відліку при вимірюванні координат відносного руху, а також спростити технічну реалізацію обраної базової системи координат на борту БПЛА, що визначає простоту всієї системи управління. Це дозволяє реалізувати принцип координуючого управління, яке забезпечує переклад вектору змінних станів в заданій області за один такт управління.

Список використаних джерел.

1. Kyriyanov A. Y. Analysis of existing approaches to group control of autonomous unmanned aerial vehicle. *Connectivity*. 2023. Vol. 165, no. 5.
2. Визначення ймовірності станів доплерівського вимірювача шляхової швидкості та кута знесення літального апарату з використанням марковського випадкового процесу / П. Яблонський та ін. *Повітряна міць України*. 2024. Т. 1, № 6. С. 87–92.
3. В.М. Кичак, Ю.М. Воловик, А.Ю. Воловик. *Методи та пристрої обробки радіосигналів бортових авіаційних систем посадки: монографія*. Вінниця : ВНТУ, 2011.
4. Свид І.В., Обод І.І. *Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий»: монографія*. Харків : Друкарня Мадрид, 2021. 254 с.
5. Свид І.В. *Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія*. Дніпро: ЛІРА ЛТД, 2022. 224 с.
6. І.В. Свид, А.І. Обод. *Інформаційні технології обробки даних систем спостереження. Системи управління, навігації та зв'язку*. Полтава, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, 2016. Вип. 4 (40). С. 91-93.
7. Zhuravska I. M., Musiyenko M. P. *The Synthesis of Routes of UAVS' Sub-Swarms Based on Hopfield Neural Network for Inspection of Territories*.

Radio Electronics, Computer Science, Control. 2017. No. 3. P. 86–94.

8. І.І. Обод, І.В. Свид, О.С. Мальцев. Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Х.: Друкарня Мадрид, 2021.

9. Підходи до побудови інтелектуальної системи управління угрупованням різнорідних безпілотних літальних апаратів в антагоністичному середовищі / Д.О. Пархоменко та ін. Системи озброєння і військова техніка. 2023. № 1 (73). С. 106–111.

10. Свид І.В. Порівняльний аналіз якості виявлення повітряних об'єктів вторинними радіолокаційними системами. Радіотехніка: 2023. Вип. 213. - С. 78-87. doi: 10.30837/rt.2023.2.213.09.