

ОГЛЯД МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ МАЛИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

студент Василишин Р.М., к.т.н., доцент Свид І.В.

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки,

e-mail: iryna.svyd@pnu.edu.ua, roman.vasylyshyn.22@pnu.edu.ua

Abstract. UAVs are an integral part of our present for performing various tasks - from civilian to military. The functionality of the UAV largely depends on the flight controller and the functionality of its microcontroller. It is shown that STMicroelectronics microcontrollers of the STM32 family are often used to build flight controllers. The main advantages of STM32 include: high performance, low power consumption and a rich set of peripherals. STM32 microcontrollers allow you to build multifunctional flight controllers for UAVs.

Ключові слова: БПЛА, малий літальний апарат, мікроконтролер.

Вступ. Сьогодні безпілотні літальні апарати (БПЛА) відіграють важливу роль для виконання військових, безпекових і цивільних задач. БПЛА класифікують за різними параметрами. До одного з вагомих параметрів можна віднести – льотна масу. Відповідно до льотної маси виділяють БПЛА: мікро вага до 1 кг; малий – від 1 до 25 кг; середній – від 25 до 150 кг; великий – понад 150 кг. На сьогодні найчастіше використовуються малі БПЛА. Важливою складовою БПЛА є система керування, яка визначає якість функціональності БПЛА [1-4].

Основна частина. Польотні контролери відіграють вирішальну роль щодо функціоналу та якості керування малими літальними апаратами (МЛА). Польотні контролери є ключовими компонентами МЛА, які забезпечують стабільність, маневреність, ефективність польоту тощо. Сучасні польотні контролери виконують ряд критично важливих функцій [5]: стабілізація польоту в різних режимах; керування швидкістю та напрямком обертання моторів; обробка команд з пульта керування; інтеграція з GPS для автономних польотів; збір та аналіз даних з різних датчиків; підтримка додаткового обладнання (камери, підвіси тощо). Польотні контролери в залежності від призначення поділяються на: базові (забезпечення основних функцій дрона); високопродуктивні (для професійних дронів); спеціалізовані (для гоночних квадрокоптерів); універсальні (з широкими можливостями налаштування) тощо.

Основою польотного контролеру є мікроконтролер. Для малих літальних апаратів можуть застосовуватися спеціалізовані мікроконтролери та мікроконтролери загального призначення. Проведено аналіз мікроконтролерів, що застосовуються для польотних контролерів. У таблиці 1 наведено перелік мікроконтролерів, що використовуються у ряді польотних контролерів. Згідно аналізу в польотних контролерах часто

використовуються мікроконтролери STM32F4, STM32H7, STM32F7. Мікроконтролери STM32 розробка фірми STMicroelectronics [6], які зарекомендували себе, як надійні, відносно малої вартості, функціональні. STM32 використовуються промисловістю, для аматорських розробок та навчальних задач [6-9].

Таблиця 1

Польотний контролер	Мікроконтролер
Політний контролер (FC) MATEKSYS F405-WMN (F405-WMN/HP024.0104)	STM32F405RGT6
Політний контролер (FC) MATEKSYS H743-WING V3 (H743-WING-V3/HP024.0084-V3)	STM32H743VIT6
Політний контролер (FC) MATEKSYS F411-WTE (F411-WTE/HP024.0093)	STM32F411CEU6
Політний стек SpeedyBee F7 V3 BL32 50A 30x30 (SB-STACK-F7V3-50A/HP0008.0081-Stack-V3)	STM32F722
Політний стек Hobbyporter F722+80A (HP0010.9974)	STM32F722RET6

Сімейство STM32F4 відноситься до цифрових сигнальних контролерів, і поєднує в собі переваги класичних мікроконтролерів з розвиненим набором периферії та обчислювальну потужність спеціалізованих процесорів, що дозволяють здійснювати обчислення з плаваючою точкою на апаратному рівні [10]. STM32F7 найбільш продуктивні мікроконтролери в серії Cortex-M. Інтелектуальна архітектура нових мікроконтролерів STM32F7 об'єднує ядро Cortex-M7 і вдосконалену периферію, надаючи розробникам кінцевих пристроїв неперевершені можливості для підвищення продуктивності додатків, додавання нових функцій, збільшення часу автономної роботи при живленні від батареї, захисту даних. Особливістю нової серії є збільшення продуктивності у 2 рази (428 DMIPS) у порівнянні з Cortex M4 (210 DMIPS) при частоті ядра 200 МГц [10]. Сімейство STM32H7 побудовані на базі сучасного 40 нм ядра Cortex-M7 з частотою роботи 400 МГц та продуктивністю 2020 CoreMark /856 DMIPS. Однією з особливостей серії STM32H7 є абсолютно нова архітектура, що має три домени живлення та дозволяє оптимізувати енергоефективність, переводячи ту чи іншу групу периферії у режим зниженого споживання [10]. STMicroelectronics надає повну програмну підтримку в кодогенераторі STM32CubeMX та середовищі розробки STM32CubeIDE, а також безкоштовний доступ до безлічі бібліотек та прикладів з будь-яких інтерфейсів та периферії. Для створення графічних інтерфейсів можна скористатися програмою TouchGFX [10].

Висновки. Малі літальні апарати є невід'ємною складовою нашого сьогодення для виконання різноманітних задач – від відеозйомки до військових завдань. Функціональність малого літального апарата багато в

чому залежить від польотного контролера та функціональності його мікроконтролера. Показано, що часто для побудови польотних контролерів використовуються мікроконтролери фірми STMicroelectronics сімейства STM32. До основних переваг STM32 можна віднести: високу продуктивність, низьке енергоспоживання та багатий набір периферійних пристроїв. Мікроконтролери STM32 дозволяють побудувати багато функціональні польотні контролери для малих літальних апаратів.

Список використаних джерел.

1. Кучеренко О.І., Вакалюк Т.А. Огляд технічних та програмних засобів керування БПЛА. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2024. № 2(89). С. 170–176. doi: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.2.24>.

2. Assessment of the quality of determining the coordinates of air objects by cooperative radar systems for air surveillance / I. V. Svyd et al. Radiotekhnika. 2023. No. 214. P. 102–114. doi: <https://doi.org/10.30837/rt.2023.3.214.09>.

3. Svyd I. V., Tkach M. G. Synthesis and analysis of the trace detector of air objects of an interrogating radar system. Radiotekhnika. 2023. No. 212. P. 175–185. doi: <https://doi.org/10.30837/rt.2023.1.212.17>.

4. Свид І. В. Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро: ЛІРА ЛТД, 2022. 224 с.

5. ONEFPV. URL: <https://onefpv.com/blog/controllers-flight-fpv> (date of access: 11.11.2024).

6. Програмування мікроконтролерів STM32 в середовищі STM32CubeIDE в прикладах і задачах: Навч. посіб. / О. В. Зубков, І. В. Свид, О. В. Воргуль, В. В. Семенець. Дніпро : ЛІРА ЛТД, 2022. 144 с.

7. Zubkov O., Svyd I., Vorgul O. Features of the implementation of an over/under voltage relay on STM 32 microcontrollers. Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs 2022. 2022. doi: <https://doi.org/10.35598/mcfpga.2022.001>.

8. Zubkov O., Svyd I., Vorgul O. Features of the digital filters implementation on STM32 microcontrollers. 2021 III International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs. 2021. doi: <https://doi.org/10.35598/mcfpga.2021.001>.

9. Vorgul O., Svyd I., Zubkov O. Pseudo Random Value Generation in STM32 Cube. Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs 2023. 2023. doi: <https://doi.org/10.35598/mcfpga.2023.016>.

10. STM32 32-bit Arm Cortex MCUs. URL: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus.html> (дата звернення: 11.11.2024).