

## АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ МАЛИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ

Старокожев С.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,  
м. Харків, Україна  
e-mail: d\_mts@nure.ua

Controllers based on Ardupilot open source software are currently the most versatile and affordable. APM flight controllers allow you to control air, land and water unmanned systems. Mission Planner allows APM 2.8 to be programmed to operate autonomously to perform a mission along a complex, configurable route using Google Maps while avoiding obstacles along the way.

В нашій країні на сьогодні, в умовах правового режиму воєнного стану, не можна недооцінювати важливість та необхідність проектування, розробки і виробництва малих літальних апаратів (МЛА). Система управління МЛА будується на мікроконтролері або на спеціалізованому польотному контролері. До основних функції польотного контролера МЛА можна віднести [1]: автоматичний політ МЛА за заданими точками; - підтримання висоти та позиції МЛА; передача оператору параметрів польоту МЛА в реальному часі (опціонально); стабілізація МЛА в повітрі; під'єднання додаткових пристроїв: система накладання на відео параметрів польоту (OSD) (поєднання параметрів польоту з відео), індикація тощо; повернення в точку при можливій втраті сигналу, при необхідності автопосадка. Також приділяється увага завадостійкості системи управління МЛА [2, 3].

Мікроконтролер (польотний контролер) зазвичай приймає команди від системи радіоуправління, але також може бути реалізоване повністю автономне функціонування в заданих режимах: режим стеження, режим польоту за заданими точками, тощо. Зазначені основні функції МЛА можуть бути реалізовані за допомогою великої кількості різних мікроконтролерів загального призначення або на польотних контролерах [4, 5].

Сучасний ринок виробників польотних контролерів пропонують великий перелік, який різниться за ціновою політикою та відкритим/закритим кодом прошивки, наприклад: DJI (Naza-M Lite, DJI Naza-M V2, DJI Wookong), ArduPilot (APM 2.6, APM 2.8), KK, Multiwii, Pixhawk, MicroKopter, тощо [4].

Із зазначеного переліку спинимося на ArduPilot APM 2.8, як такого, який має помірну цінову політику та відкритий вхідний код. Відмінності версії 2.8 від версії 2.6: поліпшена схема живлення. Контролер дозволяє приймати телеметричні дані і літати в автоматичному режимі з завданням маршруту польоту МЛА. Відкритий вихідний код дозволяє програмувати

APM 2.8 під будь-який МЛА. До функцій APM 2.8 відносяться: 3 осьовий гіроскоп, акселерометр і високоточний барометр; система стабілізації з можливістю повітряної акробатики; утримання позиції по GPS, політ по точках і повернення на точку старту; можливість використання інфрачервоного датчика для обходу перешкод; підтримка ультразвукового датчика (Sonar sensor) для автоматичного зльоту і посадки; автоматичне проходження за маршрутними точками; управління двигунами за допомогою ШІМ з використанням регуляторів швидкості (ESC); власна система стабілізації для камери (функція контролера підвісу); радіозв'язок і телеметрія з борта; підтримка множини рам і конфігурацій літаючих, плаваючих і колісних апаратів; підтримка датчика рівня заряду батареї; налаштовується світлова індикація при польотах; сумісний з багатьма радіокерованими приймачами PWM і PPM сигналів; передача в реальному часі телеметричних даних; підтримка OSD телеметрії (накладення на відео телеметричних даних) використовуючи протокол MAVLINK; конфігурації точок польоту за допомогою Google Maps; бортова флеш пам'ять 16Мбіт для автоматичної реєстрації даних; 6 ступенів свободи в InvenSense акселерометрі, гіроскоп MPU-6000; датчик барометричного тиску оновлений до MS5611-01BA03, від Measurement Specialties; контролер Atmel ATmega2560-16AU і ATMEGA32U-2 чіп для обробки і функції USB; можливе завантаження оновлень програмно-апаратних засобів та конфігурації.

Для програмування APM 2.8 використовується утіліта Mission Planner сумісна з ОС Windows. Mission Planner – наземна станція управління для ArduPilot, яка забезпечує: програмування, конфігурування, налаштування, журналювання, аналізування, відстеження як польотів, так і системи МЛА.

За результатами моделювання побудовані та перевірені особливості прокладання складних конфігурації точок польоту за допомогою Google Maps. Приділена увага обходу перешкод, що можуть трапитися на маршруті. Mission Planner забезпечує гнучке та якісне налаштування заданого режиму роботи МЛА.

Список використаних джерел: 1. Застосування БПЛА у військовій справі та аерозніманні. / В. Глозов та ін. Львів: Львівська політехніка, 2022. 196 с. 2. Свид І.В., Обод І.І. Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий»: монографія. Харків: Друкарня Мадрид, 2021. 254 с. 3. Свид І.В. Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро: ЛІРА ЛТД. 224 с. 4. Droning on: choosing a flight controller : [Веб-сайт]. URL: <https://hackaday.com/2014/06/06/droning-on-flight-controller-round-up>. 5. Зубков О.В., Свид І.В., Воргуль О.В., Семенець В.В. Програмування мікроконтролерів STM32 в середовищі STM32CubeIDE в прикладах і задачах: навч. посіб. Дніпро : ЛІРА ЛТД, 2022. 144 с.