

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ 28-го МІЖНАРОДНОГО
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ
У ХХІ СТОЛІТТІ»**

16 – 18 квітня 2024 р.

Том 3

**КОНФЕРЕНЦІЯ
«ІНФОРМАЦІЙНІ РАДІОТЕХНОЛОГІЇ
ТА ТЕХНІЧНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ»**

Харків 2024

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЇВ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРІВ ARDUPILOT СІМЕЙСТВА APM

Ігнатюк І.В.

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

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна

тел. +38057-702-0229, e-mail: d_mts@nure.ua

The paper analyzes the characteristics of Ardupilot controllers of the APM family. It is shown that the Ardupilot APM 2.6-2.8 controllers are easy to configure, have open source firmware and contain the necessary technical means to create an unmanned device. Also, Ardupilot APM 2.6-2.8 can work with enough software with a free license to control drones. All this makes Ardupilot APM controllers promising for general use.

На сьогодні безпілотні пристрої (БП) широко застосовуються у цивільній та військовій галузях. Безпілотні пристрої розробляються у вигляді сухопутних, повітряних та водних пристроїв, які знаходять багато різних застосувань. Проектування пристроїв на мікроконтролерах на сьогодні є затребуваною галуззю [1, 2]. При проектуванні та розробці безпілотних пристроїв досить часто використовуються контролери Ardupilot APM.

У роботі проведено аналіз сімейства контролерів Ardupilot APM та приділено увагу особливостям розробки пристроїв на контролерах Ardupilot.

Популярність контролера Ardupilot APM для розробки безпілотних пристроїв на різних рамах (сухопутні, водні, повітряні) викликана відносно недорогою ціною на контролер і відкритим кодом, а також наявністю датчиків: акселерометр, гіроскоп, барометр, тощо.

До основного функціоналу Ardupilot APM можна віднести [2, 3]: автоматичний маршрут за заданими точками; передача оператору параметрів маршруту у реальному часі; підтримання маршруту у реальному часі; під'єднання додаткових пристроїв: система накладання на відео параметрів маршруту; повернення в точку при можливій втраті сигналу; тощо. Також на цьому контролері можуть бути реалізовані завадостійкі системи управління [3, 4] безпілотними пристроями. Ardupilot APM включає: APM 1.0 – застаріла, APM 2.0 – застаріла, APM 2.5 – застаріла, APM 2.6-2.8 – підтримується, Mini APM Pro – «китайський» клон в міні-корпусі.

APM 2.6 – це версія APM, яка не має бортового компаса, і оптимізована для транспортних засобів, де компас слід розміщувати якомога далі від джерел живлення та двигуна, щоб уникнути магнітних завад. APM 2.6 призначений для використання з 3DR GPS uBlox LEA-6 з модулем Compass. Модуль GPS/Компас можна встановити далі від джерел шуму, ніж сам APM. Для повної автономності потрібен пристрій GPS із бортовим компасом.

Ardupilot APM 2.8 – це оновлена версія поширеного контролера APM 2.6. Відмінності версії 2.8 від версії 2.6: поліпшена схема живлення. Цей контролер дозволяє приймати телеметричні дані і літати в автоматичному режимі з завданням маршруту польоту вашого мультикоптера. Відкритий вихідний код дозволяє програмувати APM 2.8 під будь-який мультикоптер.

Польотні режими APM 2.8: Stabilize - стабілізація (утримання горизонту); AltHold - утримання висоти; Loiter - замри і тиняйся; RTL (Return-to-Launch) - повернутися на точку старту; Auto - виконання заданого маршруту в автоматичному режимі; Acro – акробатика; Sport - для FPV; Circle - обліт по колу, радіус задається. включаючи режим Panorama та ROI; Drift - політ як у літака; Follow Me - йди за мною, доступно при телеметрії зі своєю GPS; Guided - вказівка пункту призначення, доступне в телеметрії; Position - фіксація повітря з ручним газом зльоту; Land - автоматична посадка; Simple and Super Simple - легкий та суперлегкий політ, підходить для новачків; літає за тобою, як AirDog, Нехо та інші екшен версії; є можливість самому створити свій режим польоту.

Розробка безпілотних пристроїв на контролерах Ardupilot APM дозволяє реалізувати широкий набір різномірних пристроїв для різноманітних потреб. Цьому сприяє простота розробки, яка зумовлена відкритим кодом, необхідною функціональністю контролерів та можливістю підключення зовнішніх пристроїв і датчиків. Контролер Ardupilot APM включає необхідний набір датчиків і відкритий програмний код для проектування безпілотного пристрою. Для забезпечення надійності роботи APM необхідне окреме джерело для живлення приймача, автопілота, телеметрії, OSD і окреме джерело живлення для сервоприводів. На контролерах Ardupilot APM реалізовано: коптери, вертольоти, літаки, VTOL/QuadPlanes.

За результатами проведеної роботи показано, що контролери Ardupilot APM 2.6-2.8 прості в налаштуванні, мають відкритий код прошивки та мають необхідні технічні засоби для створення безпілотного пристрою.

Список використаних джерел:

1. Застосування БПЛА у військовій справі та аерозніманні. / В. Глотов та ін. Львів: Львівська політехніка, 2022. 196 с.
2. 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.
3. Droning on: choosing a flight controller : [Веб-сайт]. URL: <https://hackaday.com/2014/06/06/droning-on-flight-controller-round-up/>
4. Свид І.В. Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. Дніпро: ЛІРА ЛТД. 224 с.
5. Свид І.В., Обод І.І. Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий»: монографія. Харків: Друкарня Мадрид, 2021. 254 с.