

REMOTE CONTROL OF THE SATELLITE COMPUTER OF THE UAV USING THE ELRS RADIO CHANNEL IN MAVLINK MODE

ВІДДАЛЕНЕ ВІДЛАГОДЖЕННЯ СУПУТНЬОГО КОМП'ЮТЕРА БПЛА З ДОПОМОГОЮ ELRS-РАДІОКАНАЛУ В РЕЖИМІ MAVLINK

Volodymyr Nazarenko¹

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-630-0-4>

Розробка безпечних платформ і ударної робототехніки з перспективними тактико-технічними характеристиками є одним з пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок в галузі національної безпеки і оборони України [1]. Наукова спільнота активно працює над автономними системами керування БПЛА, застосуванням в них систем штучного інтелекту, машинного зору та машинного навчання – поєднуючи з допомогою протоколу MAVLink польотні контролери із потужними супутніми комп'ютерами (companion computers), які здатні виконувати необхідний об'єм обчислень [2]. Структурна схема типового прототипу таких рішень – показана на Рис. 1.

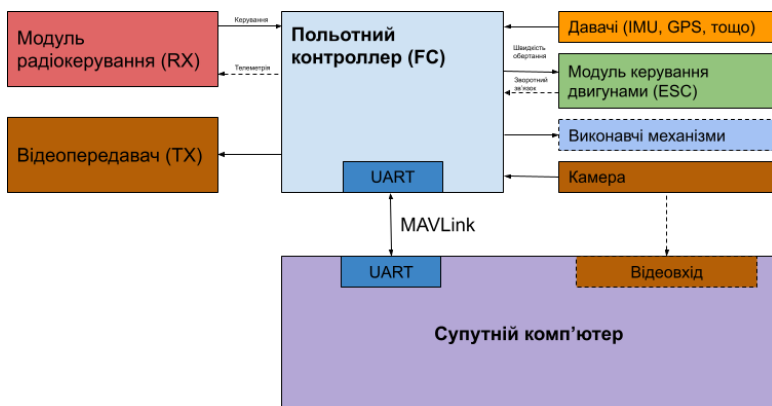


Рис. 1. Структурна схема прототипу інтелектуальної системи керування БПЛА

¹ Lviv Polytechnic National University, Ukraine

На різних етапах розробки таких рішень – виникає потреба виконувати польотні випробування, що ставить під загрозу дорогівартісні супутні комп'ютери. В деяких випадках випробування можуть бути взагалі не можливими через обмеження по габаритах, вазі або вібраційній стійкості прототипів. Як одне з рішень – часто використовують WiFi-шлюзи які надають інтерфейс взаємодії між польотним контролером на борті та супутнім комп'ютером на землі по протоколу MAVLink, проте це потребує встановлення додаткового обладнання і використання протоколу обміну WiFi, який не є оптимізованим для завдань радіокерування.

Пропонується підхід орієнтований на безпечне та ефективне відлагодження інтелектуальних супутніх систем у віддаленому режимі – шляхом взаємодії супутнього комп'ютера, розташованого на землі, з польотним контролером, розташованим на борту літального апарату, по радіоканалу типової системи дистанційного керування ExpressLRS у режимі з'єднання MavLINK [3]. Структурна схема системи, яка реалізує запропонований підхід вказана на Рис. 2.

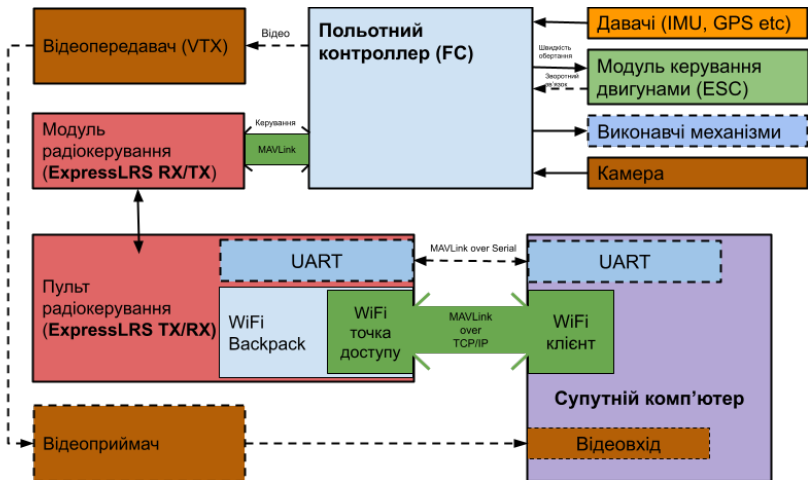


Рис. 2. Структурна схема віддаленого відлагодження через радіоканал ExpressLRS

Суть підходу полягає у використанні backpack функціоналу ExpressLRS-передатчиків, який створює Wi-Fi точку з'єднання. Приєднавшись до неї можна комунікувати з польотним контролером по протоколу MAVLink використовуючи типовий стек TCP/IP, що

забезпечує повну сумісність із всіма сучасними програмними бібліотеками та наземними станціями. В той же час – дистанція комунікації по WiFi між супутнім комп'ютером та ELRS-передавачем є мінімальною, а комунікація між ELRS-передавачем та ELRS-приймачем борту відбувається по призначеному для цього спеціалізованому протоколу LORA. Деякі ELRS-передавачі мають послідовний або віртуальний послідовний (USB) backpack інтерфейс, що дозволяє замість WiFi використовувати провідне з'єднання з супутнім комп'ютером, що забезпечить кращу завадостійкість рішення і більшу підтримку програмними бібліотеками та наземними станціями.

В роботі проведено аналіз схем взаємодій, типових програмних та апаратних засобів для реалізації запропонованої міжсистемної взаємодії, надано приклади конфігурації параметрів в ArduPilot, ExpressLRS приймачах та передавачах.

Запропонований метод віддаленого відлагодження супутніх комп'ютерів дозволяє проводити повноцінне тестування та відлагодження автономних функцій керування без розміщення обчислювального модуля безпосередньо на БПЛА, без використання додаткового комунікаційного обладнання та використовуючи спеціально призначений для такого обміну комунікаційний протокол. Це особливо цінно в умовах обмежених ресурсів, високої вартості прототипів та потреби в ітеративному тестуванні. Запропонований підхід дозволяє його застосовувати в умовах наближених до реальних – на спеціалізованих випробувальних майданчиках чи полігонах.

Таким чином, віддалене відлагодження по ExpressLRS-радіоканалу забезпечує суттєве зменшення ризиків під час розробки та прискорює цикл впровадження інноваційних рішень у сфері автономного керування БПЛА.

Список використаних джерел:

1. Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 квітня 2024 р. № 476 / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/476-2024-%D0%BF> (дата звернення: 01.12.2025).

2. Douklias A., Karagiannidis L., Misichroni F., Amditis A. Design and Implementation of a UAV-Based Airborne Computing Platform for Computer Vision and Machine Learning Applications. *Sensors*. 2022. Vol. 22, No. 5. Article 2049. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22052049>

3. ExpressLRS. MAVLink. URL: <https://www.expresslrs.org/software/mavlink/> (дата звернення: 01.12.2025)