



Прийнято 10.04.2026. Прорецензовано 25.04.2026. Опубліковано 30.05.2026.

УДК 621.38:621.391

DOI: 10.31471/1993-9981-2026-1(56)-128-135

ПОРТАТИВНИЙ ПРИЛАД ПАСИВНОГО РАДІОЧАСТОТНОГО ДЕТЕКТУВАННЯ ВІДЕОСИГНАЛУ

Івасенко В. М.

Кандидат технічних наук, асистент
Національний технічний університет України «КПІ Ігоря Сікорського»
03056, проспект Берестейський, 37, м. Київ, Україна
<http://orcid.org/0000-0001-8318-7437>
e-mail: ivasenko-vitaliy@ukr.net

Вдовенко Н. В.

Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»
03056, проспект Берестейський, 37, м. Київ, Україна
e-mail: vdovenko.nazariy@gmail.com

Руднік А. А.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
54007, вул. Героїв України, 9, м. Миколаїв, Україна
<https://orcid.org/0009-0003-1983-0581>
e-mail: antrud17@gmail.com

Анотація. У статті представлено результати розробки портативного приладу пасивного радіочастотного детектування відеосигналу. Актуальність дослідження обумовлена зростаючою потребою у створенні доступних, портативних, енергоефективних та надійних засобів контролю й моніторингу радіочастотного середовища. Метою роботи є розробка портативного детектора, здатного сканувати частотний діапазон та ідентифікувати наявність джерел передачі відеосигналу на основі недорогих, але функціональних компонентів. В основу пристрою покладено пасивний аналіз радіочастотного спектра в діапазоні 5,8 ГГц для фіксації активності відеопередавачів. Система побудована на основі широкосмугового приймача (модуль RX5808) у поєднанні з мікроконтролером STM32 та дисплеєм. Було реалізовано алгоритм виявлення несучої частоти та обчислення сили сигналу, що забезпечує оперативне реагування на появу джерела відеосигналу у зоні дії пристрою. Ключовим етапом стала розробка та реалізація алгоритму обробки аналогового рівня сили прийнятого сигналу. Розроблений алгоритм передбачає автоматичне сканування 48 каналів у діапазоні 5,6–5,95 ГГц та вимірювання сили прийнятого сигналу. Аналоговий сигнал оцифровується за допомогою 12-бітного АЦП мікроконтролера. Оптимізація системи живлення елементами TP4056 та MT3608 забезпечує автономну роботу пристрою протягом 12 годин. Представлено повний цикл розробки: обґрунтування обраного технічного рішення, розробка структурної, функціональної та принципової електричної схем, програмного забезпечення приладу, а також проектування друкованої плати в середовищі EasyEDA. Досягнуті показники, включаючи

Запропоноване посилання: Івасенко, В. М., Вдовенко, Н. В. & Руднік, А. А. (2026). Портативний прилад пасивного радіочастотного детектування відеосигналу. *Методи та прилади контролю якості*, 1(56), 128-135. doi: 10.31471/1993-9981-2026-1(56)-128-135

* Відповідальний автор



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

час реакції на виявлення сигналу до 10 секунд, демонструють високу практичну ефективність розробки в умовах реального застосування.

Ключові слова: детектор, комп'ютерна система, портативний прилад, відеосигнал, FPV, 5,8 ГГц, пасивне детектування, мікроконтролер, бездротовий зв'язок, автоматизоване діагностування.

Вступ

Використання систем бездротової передачі відеосигналу набуло широкого поширення у сучасному житті — від побутових мультимедійних пристроїв до спеціалізованих технічних систем. Розвиток радіоелектронних технологій, автоматизація процесів та доступність компонентної бази сприяли масовому впровадженню бездротових відеопередавачів у різних сферах застосування.

Актуальність завчасного виявлення джерел передачі відеосигналу стимулює розробку нових портативних та енергоефективних засобів радіочастотного детектування та автоматизованого діагностування. Існуючі на ринку системи моніторингу радіофіру мають різні принципи дії, але часто є дорогими або складними у розгортанні. Значна кількість систем бездротової передачі відео використовує аналоговий сигнал у діапазоні 5,8 ГГц. Моніторинг цього діапазону з метою виявлення активності передавача є ефективним методом пасивного радіочастотного детектування відеосигналу.

Мета роботи — представлення комплексного технічного рішення — від вибору компонентів до програмної реалізації — для створення портативного приладу, здатного сканувати частотний діапазон та ідентифікувати наявність джерел передачі відеосигналу.

Аналіз сучасних закордонних і вітчизняних досліджень та публікацій

Системи бездротової передачі відеосигналу стали важливою складовою сучасних радіоелектронних технологій та широко застосовуються у засобах моніторингу, телеметрії, мультимедійних комплексах і системах дистанційного спостереження. Передача якісного відео в реальному часі, використання високочутливих сенсорів та можливість роботи у різних умовах забез-

печили широке поширення таких систем [1]. Масове використання радіоканалів передачі відео сформувало потребу у надійних та доступних засобах їх завчасного виявлення та контролю радіочастотного середовища [2,3].

Надійне виявлення джерел відеосигналу є складним завданням через різноманітність параметрів передавачів та наявність значної кількості завад у навколишньому середовищі. Серед основних методів виявлення виділяють:

- комп'ютерний зір;
- акустичне виявлення;
- активний радіочастотний метод;
- пасивне радіочастотне виявлення.

Комп'ютерний зір. Використовує камери та комп'ютерну обробку зображень для ідентифікації та відстеження об'єктів [5]. Метод вимагає безпосереднього візуального спостереження, що обмежує його ефективність у складних умовах середовища. Також ефективність суттєво залежить від погодних умов та рівня освітлення.

Акустичне виявлення. Ґрунтується на аналізі звукових сигналів, що супроводжують роботу електронних або механічних систем. Метод забезпечує достатньо точне виявлення на невеликих відстанях [6,7], однак є чутливим до сторонніх шумів, що знижує ефективність у складному акустичному середовищі.

Активний радіочастотний метод. Ґрунтується на випромінюванні електромагнітних хвиль та аналізі відбитого сигналу [8]. Такі системи забезпечують значну дальність виявлення, однак є складними, енергозатратними та самі виступають джерелом електромагнітного випромінювання.

Пасивне радіочастотне виявлення. Даний метод ґрунтується на фіксації радіосигналів, що випромінюються передавачами відеосигналу [9]. Бездротові системи передачі відео працюють у визначених частотних діапазонах, серед яких одним із найпоширеніших є 5,8 ГГц. Метод дозволяє

виявляти активність передавачів на значній відстані без генерації власного випромінювання. Ефективність методу залежить від наявності активної передачі сигналу.

Пасивний метод виявлення є найбільш економічно вигідним та портативним. Він дозволяє оперативно виявляти джерела передачі відеосигналу та швидко інформувати про їхню активність. Пасивне радіочастотне детектування може бути важливою складовою систем моніторингу радіочастотного спектра. Розроблення рішень із використанням пасивного методу є перспективним напрямком завдяки простоті реалізації, низьким витратам та високій ефективності.

Висвітлення невирішених раніше частин загальної проблеми

Незважаючи на існування низки рішень, невирішеною частиною проблеми залишається дефіцит масово доступних, недорогих та водночас ефективних портативних засобів радіочастотного детектування відеосигналу. Особливо це стосується систем бездротової передачі відео, що використовують передавачі у межах стандартних каналів діапазону 5,8 ГГц. Необхідно створити систему, яка б поєднувала низьку вартість, високу портативність та забезпечувала достатню точність вимірювання сили прийнятого сигналу.

Формулювання цілей статті. Для досягнення поставленої мети визначено наступні цілі. 1. Розробити оптимальну структурну та принципову електричну схему пристрою. 2. Створити програмне забезпечення для реалізації алгоритму автоматичного послідовного сканування 48 каналів діапазону 5,8 ГГц.

Основний матеріал дослідження

Для систем бездротової передачі аналогового відеосигналу одним із найбільш поширених частотних діапазонів є 5,8 ГГц. Використання цього діапазону обумовлене меншою завантаженістю ефіру та наявністю великої кількості доступних каналів для передачі сигналу.

На відміну від багатьох цифрових систем зв'язку, які використовують стрибко-

подібну перебудову частоти, сигнали аналогової передачі відео зазвичай працюють на фіксованих частотах. Ключовою ознакою відеосигналу, що дозволяє його ідентифікувати, є характерна смуга пропускання близько 9 МГц. Метод виявлення на основі аналізу параметрів сигналу характеризується високою надійністю детектування та низькою ймовірністю помилкових спрацювань. Він базується на аналізі спектра потужності, автокореляційній обробці та виділенні сигналу за спектральними характеристиками.

Фундаментальний принцип роботи детектора полягає у послідовному скануванні каналів. Для реалізації пристрою пасивного детектування відеосигналу була розроблена схема (рис. 1), що складається з таких основних компонентів:

- модуль-приймач RX5808, що використовується як широкосмуговий приймач для сканування радіочастотного спектра в діапазоні 5,8 ГГц;

- синхронний послідовний інтерфейс SPI для зв'язку між мікроконтролером (MCU) та периферійними пристроями, такими як RX5808. Він використовується для налаштування частоти, вибору каналів та читання даних;

- мікроконтролер STM32 (MCU) — основний обчислювальний елемент, який керує модулем приймача RX5808. Він відповідає за встановлення частоти через SPI, зчитування за допомогою АЦП (аналогоцифрового перетворювача) значення напруги аналогового RSSI (індикатора сили сигналу), обробку даних та виведення вимірювальної інформації на дисплей;

- синхронний двопровідний інтерфейс I2C, який використовується для підключення OLED-дисплея та передачі інформації від MCU;

- OLED-дисплей, що забезпечує відображення процесу сканування частотного діапазону, індикацію наявності виявленого сигналу та його параметрів.

Принципова електрична схема є одним із ключових етапів створення електронного пристрою, оскільки саме на цьому етапі визначаються функціональна структура системи, логічні зв'язки між її



Рисунок 1 – Структурна схема

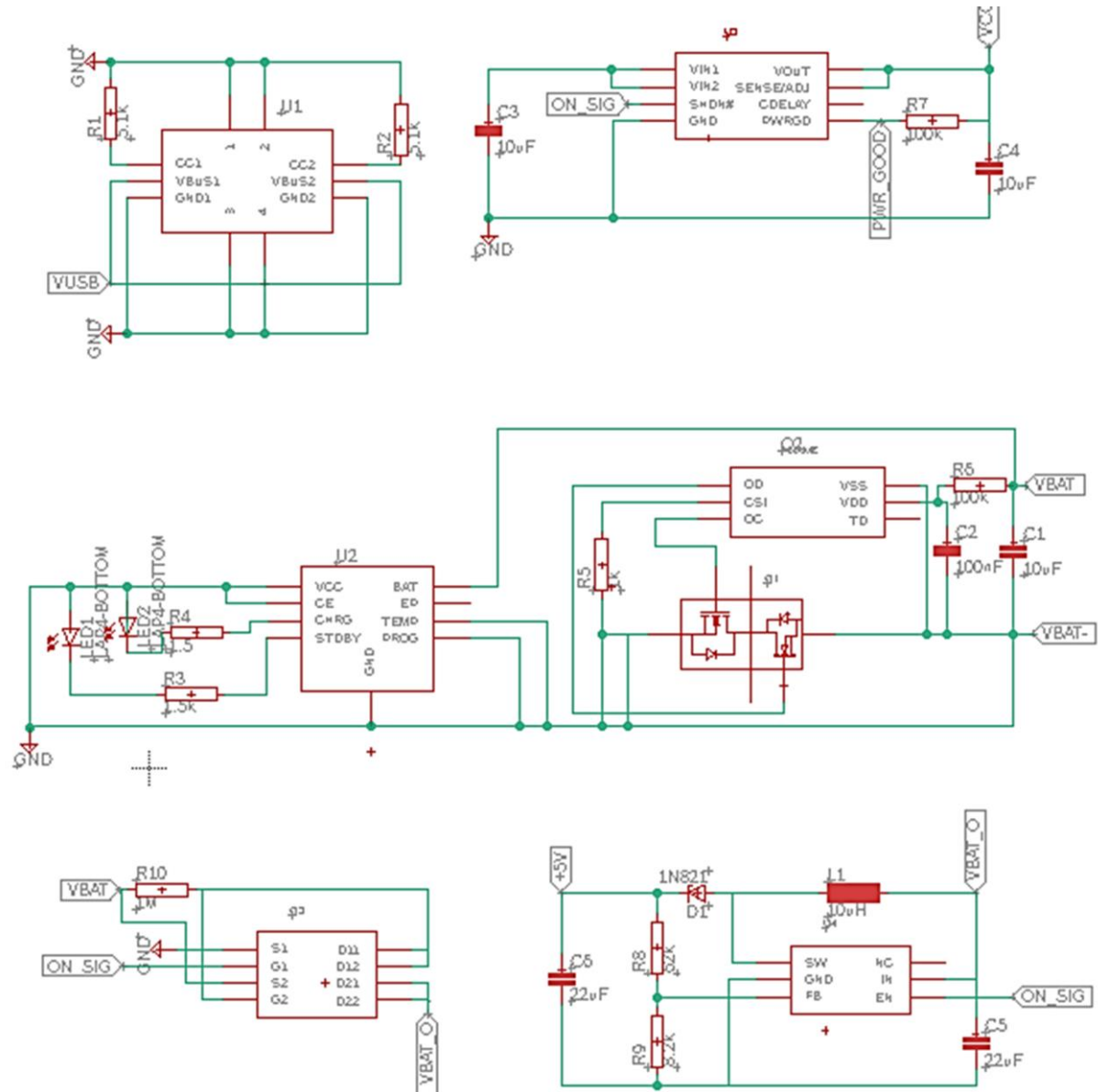


Рисунок 2 – Схема електрична принципова (частина 1)

компонентами, типи елементів та способи їх взаємодії. На рис. 2, 3 представлено електричну схему пристрою, яка враховує всі вузли: живлення, керування, обробку сигналів та інтерфейси зв'язку з периферією.

Принципова електрична схема була розроблена з урахуванням вимог до живлення, захисту, взаємодії компонентів та подальшого виготовлення друкованої плати (рис. 4).

Живлення здійснюється через роз'єм USB Type-C, до якого підключається зовнішнє джерело постійної напруги 5 В. Для забезпечення автономної роботи пристрою використовується літій-іонний акумулятор номінальною напругою 3,7 В. Процесом заряджання керує мікросхема TP4056, яка забезпечує обмеження струму (до 1 А) та має світлодіодну індикацію стану. Для безпечної експлуатації літій-іонного акумуля-

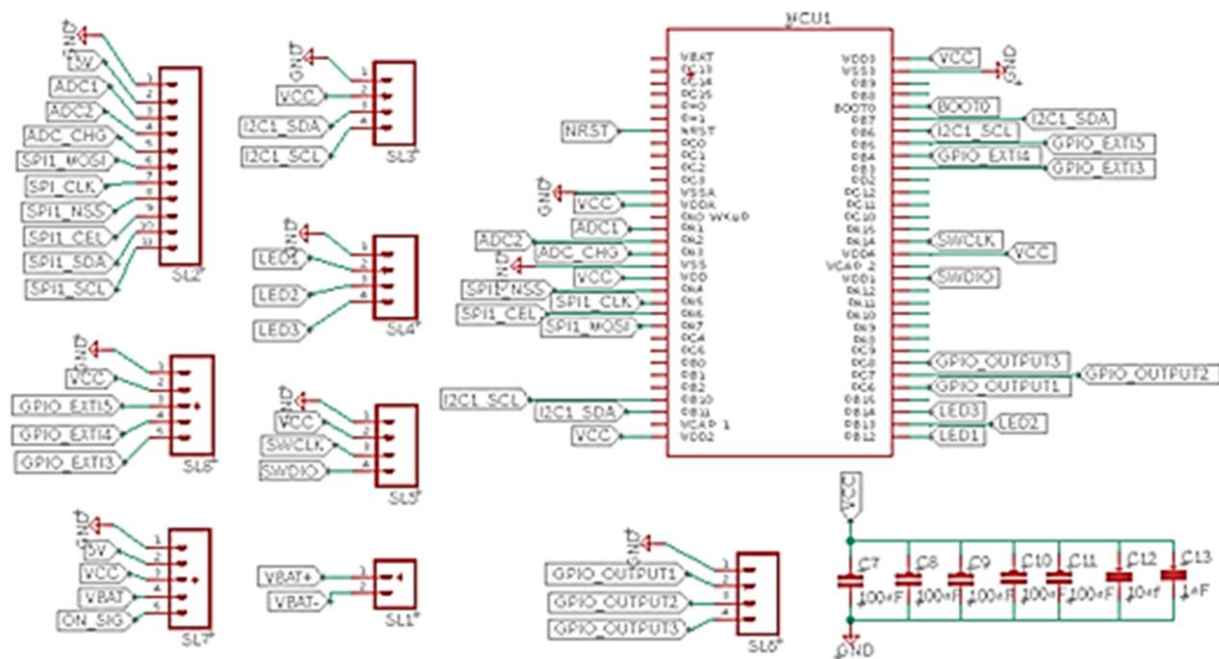


Рисунок 3 – Схема електрична принципова (частина 2)

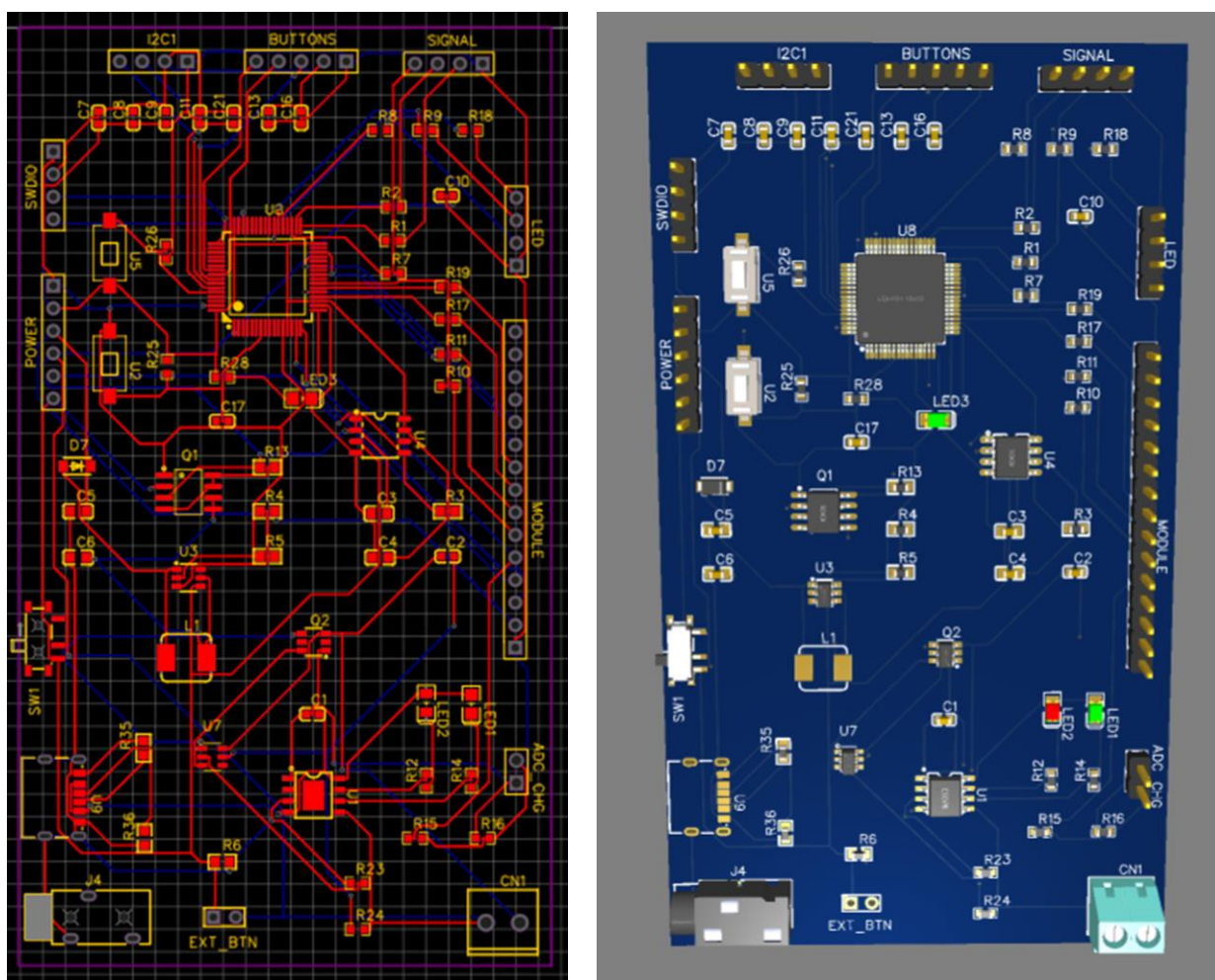


Рисунок 4 – Друкована плата та її 3D-модель, розроблені в середовищі EasyEDA

лятора у схемі використовується система захисту на базі мікросхеми DW01 у поєднанні з подвійним польовим транзистором FS8205.

Для живлення мікроконтролера STM32, який потребує напруги 3,3 В, використовується лінійний стабілізатор MCP1725. Він забезпечує стабільну вихідну напругу 3,3 В при максимальному струмі до 500 мА. Для живлення окремих модулів пристрою, які потребують напруги 5 В, використовується імпульсний підвищувальний перетворювач напруги на базі мікросхеми MT3608, який перетворює напругу акумулятора (3,0–4,2 В) у стабільні 5 В.

На основі розробленої принципової електричної схеми було спроектовано друковану плату (рис. 4) у середовищі EasyEDA, яка повністю відображає логічну структуру розробленого пристрою.

Програмне забезпечення є ключовою складовою, що реалізує логіку роботи пристрою. Для забезпечення коректної роботи пристрою та взаємодії з периферійними модулями було розроблено програмне забезпечення для мікроконтролера STM32F4. Початкове налаштування внутрішніх модулів мікроконтролера, таких як SPI, GPIO, ADC та інших, виконано за допомогою інструменту STM32CubeMX, який дозволяє автоматизувати процес генерації конфігураційного коду відповідно до обраної апаратної платформи.

На основі розробленої структури пристрою було написано програмний код мовою C, який реалізує логіку роботи пристрою:

керування модулем приймача, зчитування рівня сигналу через АЦП, обробку отриманих даних, перемикання каналів, а також виведення інформації на дисплей.

Висновки

У результаті проведеної роботи було успішно розроблено та реалізовано портативний прилад пасивного радіочастотного детектування відеосигналу, який здатний сканувати 48 каналів у діапазоні 5,6–5,95 ГГц із часом реакції до 10 с. Забезпечено автономність роботи до 12 годин при вазі пристрою 200 г, що робить його ефективним засобом мобільного моніторингу радіочастотного середовища.

Створене комплексне технічне рішення об'єднує доступну електронну компонентну базу, точну обробку аналогових сигналів та гнучке програмне забезпечення.

Розроблений пристрій має значний потенціал застосування у системах контролю та моніторингу радіочастотного спектра, а також у спеціалізованих і цивільних сферах використання. Отримані результати формують надійну основу для подальшої розробки систем виявлення та ідентифікації джерел бездротової передачі відеосигналу з розширеним функціоналом.

Подяки

Відсутні.

Конфлікт інтересів

Відсутній.

Список використаних джерел

1. Олексенко О. О., Авраменко О. В., Федоров А. В., Сніцаренко В. В., Чернавіна О. Є. Застосування безпілотних літальних апаратів збройними силами Російської Федерації у війні проти України. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2022. № 4 (49). С. 37–42. URL: <https://doi.org/10.30748/nitps.2022.49.05>
2. Даник Ю. Г., Бугайов М. В. Аналіз ефективності виявлення тактичних безпілотних літальних апаратів пасивними та активними засобами спостереження. *Збірник наукових праць "Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем"*. 2015. Вип. № 10. С. 5–20.
3. Торопчин А. Я., Романенко І. О., Даник Ю. Г. та ін. Довідник з протиповітряної оборони. Київ : МО, 2003. 366 с.

4. Лепіх Я. І., Сантоній В. І., Будіяньська Л. М. та ін. Оптико-електронні системи ближньої локації : монографія / за ред. Я. І. Лепіха. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. 294 с.

5. Lv H., Liu F., Yuan N. Drone presence detection by the drone's RF communication. *School of Electronic Science and Engineering, National University of Defense Technology*. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1738/1/012044/pdf>

6. Birch G. C., Griffin J. C., Erdman M. K. UAS detection, classification, an neutralization: market survey. Prepared by Sandia National Laboratories, 2015.

7. Benyamin M., Goldman A. H. Acoustic detection and tracking of a Class I UAS with a small tetrahedral microphone array. *Army Research Laboratory Technical Report (ARL-TR-7086)*. DTIC Doc., 2014.

8. Beel J. J. Anti-UAV defense requirements for ground forces and hypervelocity rocket lethality models. Monterey, California : Naval Postgraduate School, 1992. P. 36–46. A.N: ADA252727.

9. Зібін С. Д., Попов А. О., Твердохлібов В. В. Аналіз сучасного стану розвитку систем радіоелектронної протидії безпілотним літальним апаратам. *Збірник наукових праць ЦНДІ ОБТ ЗС України*. Київ : ЦНДІ ОБТ ЗС України, 2016. Вип. № 4 (63). С. 118–131.

References

1. Oleksenko, O. O., Avramenko, O. V., Fedorov, A. V., Snitsarenko, V. V., & Chernavina, O. Y. (2022). Zastosuvannya bezpilotnykh litalnykh aparativ zbroinymy sylamy Rosiiskoi Federatsii u viini proty Ukraini [Application of unmanned aerial vehicles by the armed forces of the Russian Federation in the war against Ukraine]. *Science and Technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*, 4(49), 37–42. <https://doi.org/10.30748/nitps.2022.49.05> (in Ukrainian)

2. Danyk, Y. G., & Buhaiov, M. V. (2015). Analiz efektyvnosti vyiavlennia taktychnykh bezpilotnykh litalnykh aparativ pasyvnymy ta aktyvnymy zasobamy sposterezhennia [Efficiency analysis of detecting tactical unmanned aerial vehicles by passive and active observation tools]. *Problems of Creation, Testing, Application and Operation of Complex Information Systems*, (10), 5–20. (in Ukrainian)

3. Toropchyn, A. Ya., Romanenko, I. O., Danyk, Yu. G., & et al. (2003). *Dovidnyk z protypovitrianoi oborony* [Handbook on air defense]. MO. (in Ukrainian)

4. Lepikh, Ya. I., Santoniy, V. I., Budiynska, L. M., & et al. (2019). *Optyko-elektronni systemy blyzhnoi lokatsii: monohrafiia* [Optical-electronic systems of short-range location: Monograph] (Ya. I. Lepikh, Ed.). Odessa I. I. Mechnikov National University. (in Ukrainian)

5. Lv, H., Liu, F., & Yuan, N. (2020). Drone presence detection by the drone's RF communication. *Journal of Physics: Conference Series*, 1738, Article 012044. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1738/1/012044/pdf>

6. Birch, G. C., Griffin, J. C., & Erdman, M. K. (2015). *UAS detection, classification, and neutralization: Market survey* (Technical Report). Sandia National Laboratories.

7. Benyamin, M., & Goldman, A. H. (2014). *Acoustic detection and tracking of a Class I UAS with a small tetrahedral microphone array* (Technical Report ARL-TR-7086). Army Research Laboratory.

8. Beel, J. J. (1992). *Anti-UAV defense requirements for ground forces and hypervelocity rocket lethality models* (Master's thesis, Naval Postgraduate School). 36–46.

9. Zibin, S. D., Popov, A. O., & Tverdokhlibov, V. V. (2016). Analiz suchasnoho stanu rozvytku system radioelektronnoi protydii bezpilotnym litalnym aparatam [Analysis of the current state of development of electronic countermeasure systems for unmanned aerial vehicles]. *Collection of Scientific Papers of the Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine*, (4-63), 118–131. (in Ukrainian)

PASSIVE RADIO FREQUENCY VIDEO SIGNAL DETECTION DEVICE

Ivasenko V. M.

Candidate of Technical Sciences

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

03056, 37, Prospect Beresteiskyi, Kyiv, Ukraine

<http://orcid.org/0000-0001-8318-7437>

e-mail: ivasenko-vitaliy@ukr.net

Vdovenko N. V.

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

03056, 37, Prospect Beresteiskyi, Kyiv, Ukraine

e-mail: vdovenko.nazariy@gmail.com

Rudnik A. A.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

54007, 9 Heroes of Ukraine St., Mykolaiv, Ukraine

<https://orcid.org/0009-0003-1983-0581>

e-mail: antrud17@gmail.com

Abstract. The article presents the results of the development of a portable passive radio frequency video signal detection device. The relevance of the study is due to the growing need to create affordable, portable, energy-efficient and reliable means of control and monitoring of the radio frequency environment. The aim of the work is to develop a portable detector capable of scanning the frequency range and identifying the presence of video signal transmission sources based on inexpensive but functional components. The device is based on passive analysis of the radio frequency spectrum in the 5.8 GHz range to record the activity of video transmitters. The system is built on the basis of a broadband receiver (RX5808 module) in combination with an STM32 microcontroller and a display. An algorithm for detecting the carrier frequency and calculating the signal strength was implemented, which provides a prompt response to the appearance of a video signal source in the device's coverage area. The key stage was the development and implementation of an algorithm for processing the analog level of the received signal strength. The developed algorithm provides for automatic scanning of 48 channels in the range of 5.6–5.95 GHz and measurement of the received signal strength. The analog signal is digitized using a 12-bit ADC microcontroller. Optimization of the power supply system with TP4056 and MT3608 elements ensures autonomous operation of the device for 12 hours. The full development cycle is presented: justification of the selected technical solution, development of structural, functional and principle electrical circuits, device software, as well as design of a printed circuit board in the EasyEDA environment. The achieved indicators, including the response time to signal detection of up to 10 seconds, demonstrate high practical efficiency of the development in real-world applications.

Keywords: detector, computer system, portable device, video signal, FPV, 5.8 GHz, passive detection, microcontroller, wireless communication, automated diagnostics.