

РОЗРОБКА ПІДСИЛЮВАЧА АНАЛОГОВОГО ВІДЕОСИГНАЛУ ДЛЯ FPV СИСТЕМ

Андрущенко Н. М.

Науковий керівник – доц., к. ф.-м. н., доц. Глухов О.В.

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

e-mail: nina.andrushchenko@nure.ua

The paper considers the relevance of developing a video signal amplifier for FPGA systems and sets requirements for it.

The relevance of developing such an amplifier lies in the possibility of modifying systems and filling the shortage of components on the market.

Мета роботи – обґрунтування актуальності розробки модуля підсилення аналогового відеосигналу для FPV систем та визначення вимог до нього.

БПЛА мають широке цивільне та військове застосування [1] за рахунок зручності використання, дешевизни, різноманіття форм та функціоналу. Високий попит на дрони привів до їх масового виготовлення на волонтерських засадах. Плюсами такого виготовлення є стійкість до нестабільного постачання компонентів та низька потреба в комплексній автоматизації процесів [2].

Для корегування роботи БПЛА використовуються різні системи, одна з них – FPV (First Person View). FPV системи забезпечують оператору дрона вид від першої особи. Це дозволяє координувати роботу дрона з високою точністю. Для передачі зображення оператору використовується система, що складається з камери, передавача відео та окулярів із вбудованим приймачем. Такі системи бувають аналоговими та цифровими.



Рисунок 1 – Будова системи передачі відео від камери до оператора FPV дрона

Аналогові системи відеозв'язку для FPV мають надзвичайно широке застосування. Їх перевагами є нижча ціна, більша дальність застосування, менша затримка та габарити, краще співвідношення сигнал/шум.

Але масове використання дронів привело до дефіциту модулів необхідної потужності та зростання їх вартості.

Типові частоти для передачі відеосигналу в FPV це 2.4 та 5.8 ГГц [3]. Інші частоти (0.9, 1.2, 1.3 ГГц) не мають широкого застосування через меншу полосу пропускання та більші габарити антен. Домінуючою є частота 5.8 ГГц, особливо для аналогових сигналів через меншу завантаженість діапазону та більшу кількість каналів. Завантаженість діапазону є важливим параметром для аналогових сигналів, адже вони більш чутливі до шумів та перешкод.

Окрім цього важлива потужність передавача. Надто низький показник зменшує робочу відстань дрона. Надто високий – вимагає додаткового охолодження, коштує дорожче та має більші габарити і вагу.

Хоча стандартизація має свої мінуси, такі як вища вразливість до РЕБ [4] та завантаження обраного діапазону, вона дозволяє уніфікувати процеси виготовлення, експлуатації та обслуговування.

Отже типовий FPV дрон має в собі аналоговий відеопередавач на частоті 5.8 ГГц потужністю 2.5 Вт. Ціна подібних модулів від перевірених великих виробників неупинно зростає, як і потреба в них. Окрім цього модулі іноді є доволі габаритними та мають слабку систему охолодження

Одним з рішенням проблеми є розробка підсилювача, який можливо використовувати разом із відеопередавачами нижчої потужності. Підсилювач має вписуватись в ряд вимог:

- вага – до 50 г;
- габарити – до 40 * 30 * 15 мм;
- напруга живлення в діапазоні – 5-22 В;
- частота – 5.8 ГГц;
- підсилення – до 3 Вт;
- вхідний та вихідний роз'єми – sma або tmcx;
- ціна до 40 євро.

Названі вище параметри можуть варіюватися за рахунок використання різних компонентів дрона таких, як рама, батарея, антена та відеопередавач.

Варто відмітити, що обрана потужність підсилення скоріше стандарт індустрії, адже вихідна потужність всієї системи залежить від втрат у провідниках, параметрів антени, узгодженості елементів та нагріву обладнання в ході експлуатації.

Типове застосування дрона полягає у ручній зміні потужності під час польоту за для забезпечення безпеки оператора. Зазвичай оператор має три запрограмовані рівні потужності, між якими він може переключатися з пульта. Орієнтовні значення потужності – 25, 800 мВт та максимум (2.5 Вт).

Вихідна потужність більша за 3 Вт не є доречною, адже такі модулі важкі, габаритні, дорогі та дають приріст відстані лише 30%.

Стандартна максимальна потужність дешевших передавачів – 350, 500, 800, 1000, 1200 мВт. Мінімальне значення потужності всіх модулів однакове

і дорівнює 25 мВт. Це створює необхідність проектування підсилювача із опцією пропускання сигналу напряму без підсилення до порогового значення вхідної потужності.

Для забезпечення робочої напруги частина модуля має бути відведена під DC-DC перетворювач з 22.2 В до необхідної напруги. У FPV системах використовуються батареї з елементів напругою 3.7 В. Стандартом для 7” дронів є батареї на 22.2 В (6 елементів).

Окремим пунктом є розробка охолодження. Воно може бути пасивним або активним. Перша опція простіша і дешевша, але може компрометувати роботу всієї системи за високої температури, наприклад, влітку.

Оцінюючи економічну доцільність, варто зазначити, що ціна потужних підсилювачів наразі коливається в діапазоні 60-120 євро, коли менші передавачі стартують від 25 євро.

З проведеного аналізу можна зробити висновок про необхідність розробки компактного підсилювача відеосигналу для FPV систем. Подібна розробка є економічно доцільною і може як вирішити ряд проблем так і демонструвати кращу роботу відносно систем із потужним відеопередавачем.

Список використаних джерел

1. Цимбалістова О. А. Розвиток ринку послуг безпілотних літальних апаратів як основний напрямок інноваційного прогресу сучасної авіації. Економічний аналіз : зб. наук. пр. 2015. Т. 19, № 1. С. 116-122.

2. Головні тенденції у виробництві електроніки / Васильєв Ю.С., Горбенко Є.О., Карнаушенко В.П., Пятайкина М.І. // Збірник матеріалів IV форуму «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2022. – Харків, ХНУРЕ, 2022. – С. 75-78.

3. Review of antennas used in fpv/wlan applications / J. Sarath et al. ACTA TECHNICA CORVINIENSIS – Bulletin of Engineering. 2021. Vol. 14, no. 1. P. 29–40.

4. Муравйов І. П. Детектор радіочастотного випромінювання БПЛА: Магістерська дисертація. Київ, 2022. 122 с.