

Програмно апаратний комплекс обробки акустичних сигналів для виявлення та ідентифікації БПЛА в реальному часі.

Михайло Євдокімов, Максим Шевляков, Любомир Боценюк, Василь Різак

Кафедра твердотільної електроніки та інформаційної безпеки, Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

Ключові слова: акустична ідентифікація, БПЛА, метод повної мінливості, гібридний аналіз.

Зростання кількості та динамічне вдосконалення безпілотних літальних апаратів (БПЛА) створює нові виклики у сфері безпеки та моніторингу повітряного простору. Традиційні методи виявлення (радарні та оптичні) мають обмеження у складних умовах, тоді як акустичні системи дозволяють виявляти дрони навіть за наявності перешкод та прихованості об'єкта. Акустичні методи особливо ефективні у випадках використання малорозмірних БПЛА, які мають низьку відбивну здатність для сучасних радарів та часто залишаються непомітними для тепловізійних систем, але генерують характерні акустичні сигнатури завдяки роботі як пропелерів, так і реактивних та електродвигунів.

У роботі запропоновано підхід для виявлення та ідентифікації БПЛА за акустичним слідом. Для ідентифікації використовується програмно-апаратний комплекс, який поєднує методи основного тону, спектрально-формантний аналіз та повної мінливості. Апаратна частина побудована на базі мікроконтролера, мікрофонної системи, модулів gps, lora, wifi, gsm. Мікрофонна ґратка дозволяє встановити локалізацію джерела сигналу, а також формувати просторову акустичну карту, що суттєво підвищує ефективність виявлення. В комплексі реалізовано поетапну схему аналізу: первинне виявлення на основі сигналів мікрофонів, ідентифікація та підтвердження сигналу за допомогою програмного забезпечення методом фільтрації сигналу та порівняння з наявними шаблонами. При певному розміщенні чотирьох мікрофонів система здатна не лише виявляти, а й визначати напрямок руху БПЛА.

Важливим рішенням у запропонованій системі є відображення траєкторії руху літальних апаратів у реальному часі. Для цього використано інтерактивну карту, яка постійно оновлюється інформацією, що надходить від акустичних датчиків через хмарну базу. Такий підхід дозволяє оперативно фіксувати появу БПЛА та відразу відображається на карті у вигляді точки з координатами та технічними характеристиками.

Програмно-апаратний комплекс адаптований до роботи у складних акустичних середовищах, навіть у міських умовах з високим рівнем стороннього шуму. Система призначена для встановлення у місцях, де розгортання дорогих комплексів є технічно складним чи економічно невиправданим, або у зонах з «білими плямами» в обороні. Передбачено використання комплексу у мобільних системах та з аеростатами для охоплення вищих ешелонів повітряного простору. Для збільшення швидкості та покращення точності виявлення БПЛА планується використання нейронних мереж.