

ХАРАКТЕРНІ ОЗНАКИ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ БПЛА

Наумкін Р.В.

Науковий керівник - проф. каф МІРЕС Олейніков В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф МІРЕС, тел. +38 (057) 70-21-587)

e-mail: rodion.naumkin@nure.ua, тел. (095)6856477

This publication is devoted to the study of the possibility of detecting drones using acoustic installations. Here are considered the most characteristic acoustic signs of UAVs, their spectral, energy and spatial characteristics. Described options for solving the problem according to the methods of constructing algorithms and programs for detecting drones. Briefly presents the results of acoustic studies of UAVs.

Безпілотні літальні апарати (далі – БПЛА) мають широке застосування в повсякденному житті людини – їх використовують як в мирній діяльності, так і у військовій сфері. Використання в військовій сфері сприяла необхідності розвитку засобів боротьби з БПЛА, а першим кроком на етапі боротьби є їх виявлення.

Традиційні методи виявлення повітряних цілей, такі як радіолокаційний, методи оптичного пошуку, пошук за ІЧ-випромінюванням не завжди здатні виявити БПЛА, особливо якщо він малих розмірів. Виходом з цієї ситуації є розробка акустичних систем для виявлення БПЛА.

Створення і вдосконалення методів виявлення БПЛА шляхом обробки звукових сигналів є перспективною темою для вивчення. Ключовий фактор для виконання поставленого завдання - визначення характерних ознак, яких буде достатньо для розпізнавання і класифікації об'єктів. Для визначення даних спектрального портрета БПЛА необхідно виконати якісні акустичні вимірювання в акустичних камерах, аеродинамічних трубах або на відкритій місцевості. Маючи дані акустичних портретів можна приступати до побудови алгоритмів і програм по виявленню БПЛА.

До акустичного портрету БПЛА можна віднести енергетичні, спектральні і просторові характеристики акустичних полів повітряного гвинта і двигуна. Сумарний спектр акустичного випромінювання БПЛА обумовлений гармонійними і ширококутовими складовими. Він включає в себе гармонійні складові випромінювання від двигуна, шуму обертання гвинта, випромінювання механічного походження, а також високочастотну і низькочастотну складові шуму двигуна з неперервними по частоті спектрами. Електричні двигуни мають більш низькі шумові характеристики, однак їх використання обмежується БПЛА малим радіусом дії. Акустичний шум зазвичай збільшується в міру збільшення потужності двигуна.

Акустичні вимірювання були проведені в режимах підйому над акустичною антеною, баражування на висоті 50 м з подальшою посадкою квадрокоптера DJI Phantom 3.

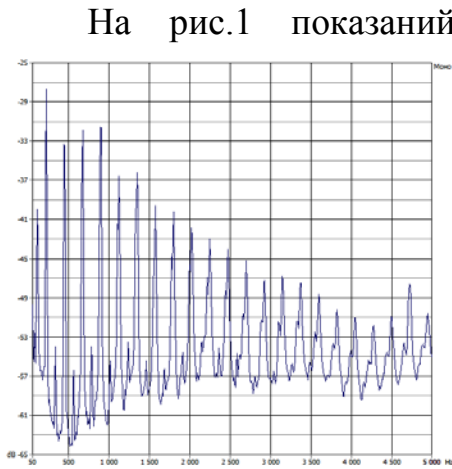


Рис.1 - Амплітудний спектр звукового сигналу квадрокоптера

На рис.1 показаний амплітудний спектр звукового сигналу квадрокоптера DJI Phantom 3, отриманий шляхом БПФ за вибіркою 8192 відліків без накопичення. Спектр сигналу має широкосмугову шумову складову (явно виражений пологий максимум) і багатокомпонентну гармонійну структуру, частоти гармонійних складових є кратними числами. Амплітуди і фази гармонік є випадковими і при відсутності руху квадрокоптера. Це пояснюється деякою відмінністю режимів роботи двигуна в процесі компенсації автоматикою БПЛА вітрового впливу. Даний фактор також призводить до деякого розширення

спектральних ліній. На високих частотах значимість періодичних процесів у формуванні спектра акустичного випромінювання двигуна помітно послаблюється, оскільки більш важливу роль в сумарному акустичному випромінюванні починають грати процеси випадкового походження

Для побудови первинних ознак звукового образу БПЛА прийнятні пасивним содаром звукові коливання БПЛА перетворюються в електричний сигнал, який представляє собою реалізацію широкосмугового випадкового процесу, який можна описати енергетичним спектром. Тому інформаційними ознаками звукового образу БПЛА можуть служити оцінки спектральних коефіцієнтів, що визначаються за дискретною реалізацією, що містить задану кількість відліків. Після проведених розрахунків набір ознак, що надійшов на вхід системи, відповідає деякому класу, якщо середнє значення коефіцієнта подібності по всіх парах векторів більше певної порогової величини.

Проведення теоретичних досліджень дозволяє розробити модуль формування колекції звукових портретів БПЛА і модуль, який реалізує правило прийняття рішень. Ці дані можуть бути використані і в інших системах, де потрібне оперативне розпізнавання об'єктів.

Список літератури:

Исследование акустических характеристик БПЛА «Птеро-G0» в заглушенной камере // vestnikmai.ru [Електронний ресурс]: <http://vestnikmai.ru/publications.php?ID=86126>

Гордієнко Ю.О., Бугайов М.В., Солонець О.І., Солопій О.А. Особливості акустичних сигналів безпілотних літальних апаратів. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2016. № 1