ОСОБЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛЫХ БПЛА

Усольцев А.А.
Научный руководитель – к.т.н., проф. Олейников В.Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14,
каф. Медиаинженерии и информационных радиоэлектронных систем
тел. (057) 702-15-87), e-mail: d_res@nure.ua, факс (057) 702-11-13

In this paper, we consider the acoustic characteristics of detection of small unmanned vehicles. On an example of a monoplane and quadrocopter. The results of the studies are displayed in the spectral diagram.

В XXI веке квадрокоптером уже никого не удивить. Малые БПЛА получили широкое распространение во всех известных сферах. Широко используются в сельском хозяйстве, при транспортировке малогабаритных грузов и являются серьезной составляющей в обеспечении охранных функций. В основном БПЛА используются для развлечения или для записи видео и фото при создании фильмов.

Кроме всех преимуществ и разнообразия сфер применения, существует ряд проблем связанных с недобросовестным их использованием, а именно вторжение в личную жизнь, проникновение на стратегические объекты и т. д. Из-за этих проблем актуальна задача обнаружения БПЛА в воздухе. Беспилотники можно отслеживать с помощью активной и пассивной радиолокации, тепловой локации и видеонаблюдения. Что касается малых БПЛА с маломощными электродвигателями, которые в основном контролируются не по радиоканалу, из за подобного управления методы обнаружения имеют существенный ряд сложностей и ограничений.

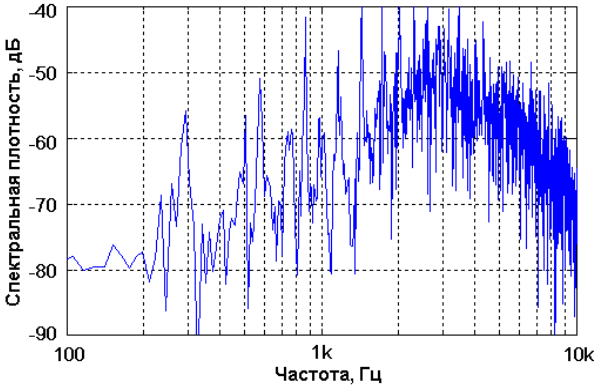

Рисунок 1

Одним из способов обнаружения БПЛА является акустическое обнаружение шума исходящего от двигателей и пропеллеров. На данный момент актуальной задачей является создание и совершенствование методов обнаружения и распознания малых БПЛА по средству приёма и обработки акустических сигналов.

В работе рассмотрены результаты экспериментальных исследований акустических сигналов квадрокоптера Phantom 3 Standard и моноплана. Экспериментальная установка состоит из конденсаторного направленного микрофона, периферийного устройства звуковой карты и программного обеспечения.

На рис.1 показан амплитудный спектр акустического сигнала квадрокоптера, получен-ный путём БПФ по выборке 8192 отсчёта без накопления. Спектр сигнала имеет многокомпонентную гармоническую структуру, частоты гармонических составляющих являются кратными числами.

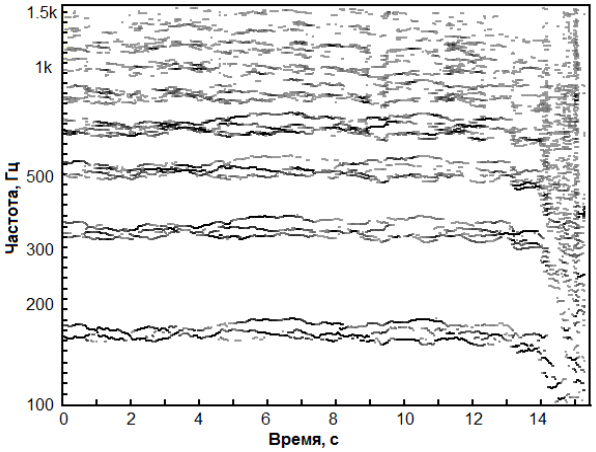

Рисунок 2

Анализ большого числа реализаций показывает, что уверенно обнаруживаются, особенно при наличии временного накопления, гармоники с частотой до 10 кГц. Амплитуды и фазы гармоник являются случайными даже при отсутствии движения квадрокоптера. Это объясняется некоторым различием режимов работы двигателей в процессе компенсации автоматикой БПЛА ветрового воздействия. Данный фактор также приводит к некоторому расширению спектральных линий.

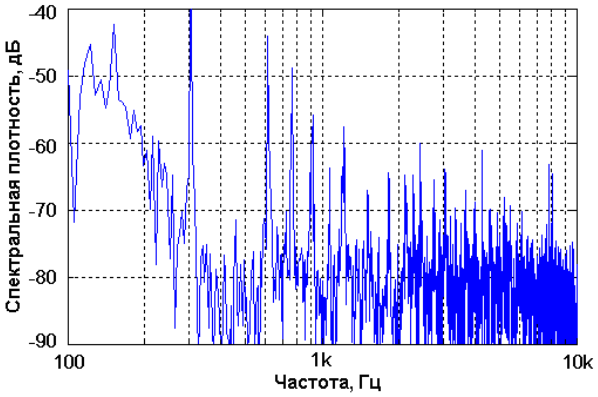

Рисунок 3

Динамика работы системы компенсации ветровых возмущений квадрокоптера хорошо заметна в частотно-временной области. На рис. 2 показана спектрограмма акустического сигнала для реализации длительностью 15 с. В режиме активного парирования ветра спектральные максимумы разделяются, их количество соответствует числу двигателей аппарата. Последние 2 с на спектрограмме соответствуют этапу посадки квадрокоптера с уменьшением частоты вращения двигателей.

Спектр акустического сигнала моноплана (рис. 3) также имеет в своём составе большое количество гармоник, вплоть до частоты 8...10 кГц. Спектральные линии, в отличие от квадрокоптера, узкие, из-за одного двигателя в силовой установке. Соотношение между амплитудами гармоник менее изменчиво во времени, а изменение частоты обусловлено совместным действием двух факторов – эффектом Доплера и изменением режима двигателя.

Перечень ссылок. 1. Pham T. TTCP AG-6: Acousting detection and tracking of UAVs / T.Pham, N.Srour // U.S. Army Research Laboratory. Proc. of SPIE. – 2004. – Vol. 54. – Pp. 24–29. 2. Sadasivan S. Acoustis siqnature of an unmanned air vehicle – exploitation for aircraft localisation and parameter estimation / S.Sadasivan, M.Gurubasavaraj, S.R. Sekar // Eronautical DEF SCI J. – 2001. – Vol. 51, № 3. – Pp. 279–283