

ОБНАРУЖЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПО АКУСТИЧЕСКОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ

Юткін Є.В.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Олейніков В. М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: yehor.yutkin@nure.ua

The spreading of unmanned vehicles leads to increasing potential danger to people, because often they are being used by terrorists. The article presents the methods of detection and recognition of unmanned aerial vehicles, among which the detection of acoustic radiation is of particular interest.

Одной из актуальных задач в настоящее время является защита гражданских и военных объектов от беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), несущих потенциальную угрозу. Для решения этой задачи требуется обнаружить БПЛА в зоне охраняемого объекта, определить пеленг на БПЛА и задействовать защитные системы. При обнаружении БПЛА в системах военного назначения приоритет отдается пассивным методам, в частности методам пассивной акустической и оптической локации.

БПЛА можно обнаружить по различным каналам. В электромагнитном спектре для этого применяются следующие техники: радиомониторинг (получение информации с использованием технических средств на участке ее прохождения по линиям радиосвязи), использование тепловизора (выявление объектов с отличающейся от окружающей среды температурой), использование камер оптического диапазона ЭМ волн, использование радиолокационных станций.

Перспективным является акустическое наблюдение, главным преимуществом которого является работа в пассивном режиме, что обеспечивает скрытность применяемых средств, а тем самым и безопасность обслуживающего персонала.

При обнаружении акустического излучения БПЛА необходимо осуществлять различение природных шумов окружающей среды и АИ БПЛА, обеспечивать эффективную борьбу с внешними источниками акустических помех, имеющими спектральные характеристики схожие с БПЛА, обеспечивать независимость принятия решения от модели БПЛА и режима его полета.

Алгоритм обнаружения АИ БПЛА включает в себя этапы:

- фильтрация акустического сигнала с выхода микрофона фильтром верхних частот для устранения влияния низкочастотных помех;
- дискретизация сигнала с частотой F_d и сегментация последовательности отсчетов с длиной сегмента N отсчетов: $X_i, i=0..N-1$;
- вычисление автокорреляционной функции (АКФ) в пределах

дискретизированного сегмента

$$B(j) = \sum_{i=0}^j X_i \cdot X_{N-i-1}, \quad j = 0..2N - 1$$

- вычисление БПФ от АКФ каждого сегмента. АКФ позволяет повысить отношение сигнал/шум при выделении гармонического сигнала на фоне шумов. Дополнительно выполняется сглаживание СПМ $S(f)$ фильтром скользящего среднего с длиной окна $\tau = 15-20$ отсчетов.

$$\bar{S}(f) = \frac{1}{\tau} \sum_{f=F}^{F+\tau-1} S(f), \quad F = 0..2N.$$

Сглаживание позволяет упростить дальнейший поиск максимумов СПМ.

- поиск всех локальных максимумов спектра в пределах 80 Гц-3 кГц и вычисление глобальных максимумов и минимумов СПМ.

- вычисление частоты основного тона, проверка наличия не менее 2-х гармоник основного тона с предельным отклонением частот не более 6% от частот, кратных основному тону. При этом гармоники основного тона проверяются на соответствие глобальным максимумам СПМ. В случае соблюдения этих условий проводятся дополнительные проверки на идентичность СПМ природным шумам и речевым звукам. Далее вычисляются отклонения абсолютных значений локальных максимумов и минимумов СПМ от аппроксимирующей кривой. При относительной погрешности аппроксимации свыше 10% шумы следует относить к природным.

В системах автоматического распознавания АИ технических средств выделяют три основных этапа. На первом этапе из исходного акустического сигнала выделяют вектор признаков, который является компактным описанием акустических характеристик сигнала, достаточных для распознавания. Обучение предполагает получение набора эталонных векторов признаков АИ для ряда моделей БПЛА при типичных режимах работы винтомоторной группы, условиях полёта, и характера местности. С целью распознавания проводится сравнение текущего вектора признаков с хранимыми в системе эталонными векторами признаков по одному из правил принятия решения.

Список литературы:

1. Шишков, С.В. Устройство пеленгации и определения координат БПЛА [Текст] / С. В. Шишков. – М.: Радиопромышленность, 2011. – с.103-109