

АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Рыбников Н.В.

Научный руководитель – д.т.н. проф. Карташов В.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф МИРЕС, тел. (057) 702-15-87
e-mail: d_res@nure.ua

The work is devoted to the development of a new method for processing broadband acoustic signals of an unmanned aerial vehicle, which allows to increase the efficiency of detection algorithms. The problem of optimizing the spatio-temporal processing of the received acoustic signal by the criterion of the maximum ratio of the useful signal / interference at the output of the antenna array is considered. The necessary mathematical relations are obtained that determine the processing sequence of the received acoustic signal. The vector of optimal weighting coefficients is formed in accordance with one of the known criteria for the optimality of spatiotemporal processing, for example, in accordance with the criterion of the maximum signal / noise ratio.

Расширение сфер применения малых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных областях человеческой деятельности (военные применения, метеорологические наблюдения, охрана окружающей среды и т.д.) обеспечивает значительный экономический эффект. В то же время применение БПЛА создает ряд проблем, связанных с неадекватным поведением некоторых владельцев БПЛА, несанкционированным мониторингом объектов и территорий и пр. В соответствии с этим актуальной становится задача обнаружения БПЛА, которая может решаться средствами активной и пассивной радиолокации, тепловой локации, системами видеонаблюдения или акустических наблюдений [1-2].

Как следует из результатов исследований, суммарный спектр акустического излучения малого БПЛА обусловлен гармоническими и широкополосными случайными составляющими. В известных алгоритмах обнаружения и пеленгации БПЛА задача решается для сигнала в достаточно узкой полосе частот. Однако узкополосная обработка акустических широкополосных сигналов БПЛА не позволяет в полной мере использовать энергию и информацию принимаемого сигнала. Это становится возможным только при соответствующей обработке широкополосного сигнала.

Данная работа посвящена разработке и анализу новых методов обработки широкополосных акустических сигналов БПЛА, позволяющих повысить эффективность алгоритмов обнаружения летательных аппаратов. Рассмотрена задача оптимизации пространственно-временной обработки принимаемого акустического сигнала БПЛА по критерию максимума отношения полезный сигнал/помеха на выходе антенной решетки (АР).

Получены необходимые математические соотношения, определяющие последовательность обработки принимаемого акустического сигнала. Вектор оптимальных весовых коэффициентов W_{opt} формируется в соответствии с одним из известных критериев оптимальности пространственно-временной обработки, например в соответствии с критерием максимума отношения сигнал/помеха.

Процесс адаптации ПФФ к имеющейся помеховой обстановке заключается в формировании минимумов двумерной функции $|K(f, \theta)|$ в точках с координатами, соответствующими направлениям и частотам помех, приходящих на вход антенной решетки.

Полученные результаты моделирования отражают эффективность работы пространственно-временного метода обработки широкополосных акустических сигналов БПЛА и свидетельствуют о его применимости для решения задач, связанных с обнаружением БПЛА акустическим методом.

Применение алгоритмов обработки широкополосных сигналов БПЛА в содарах обнаружения летательных аппаратов с АФАР обеспечивает расширение динамического диапазона устройств приема и обработки сигналов и повышение помехозащищенности, что происходит вследствие адаптивного подавления помех в полосе пропускания приемного устройства при минимальных искажениях полезного сигнала. Увеличивается максимальное число подавляемых помех, обеспечивается синфазное суммирование широкополосных акустических сигналов в каналах АФАР во всей полосе частот, что позволяет более полно использовать энергию приходящего на вход широкополосного сигнала БПЛА и, как следствие, позволяет повысить отношение сигнал/помеха на выходе.

Таким образом, реализация алгоритмов обработки широкополосных акустических сигналов открывает широкие возможности по дальнейшему усовершенствованию содаров обнаружения БПЛА.

Перечень ссылок:

1. Даник Ю.В., Бугайов М.В. Аналіз ефективності виявлення тактичних безпілотних літальних апаратів пасивними та активними засобами спостереження// Збірник наукових праць ЖВІ ДУТ. Інформаційні системи'15. Вип.10. – 2015. – С.5-20.

2. V. M. Kartashov, V. N. Oleynikov, S. A. Sheyko, I. V. Koryttsev, S.I. Babkin, O.V. Zubkov. Peculiarities of small unmanned aerial vehicles detection and recognition. – Telecommunications and Radio Engineering. - Volume 78, Issue 9, 2019. – P. 771-781.