

# **ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ МАЛЫХ БПЛА**

Беззабарный Д. И.

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

The paper considers the possibility of using wavelet analysis to highlight information signs of acoustic signals of quadcopters. The analysis of the wavelet spectrum obtained in the field experiment for the quadcopter DJI Phantom 3 is presented.

Повсеместное использование малых БПЛА создало ряд проблем, связанных с неадекватным поведением некоторых владельцев БПЛА, несанкционированным мониторингом объектов и территорий государственной важности, случаями вторжения в личную жизнь.

Одним из эффективных направлений в выявлении БПЛА являются акустические наблюдения, главным преимуществом которых является работа в пассивном режиме, что обеспечивает скрытность применяемых средств, а тем самым и безопасность обслуживающего персонала. Шум, создаваемый силовой установкой БПЛА и воздушным винтом, является существенной демаскирующим признаку. Создание и совершенствование методов выявления, пеленгации и распознавания малых БПЛА путем приема и обработки звуковых сигналов является актуальной задачей.

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.

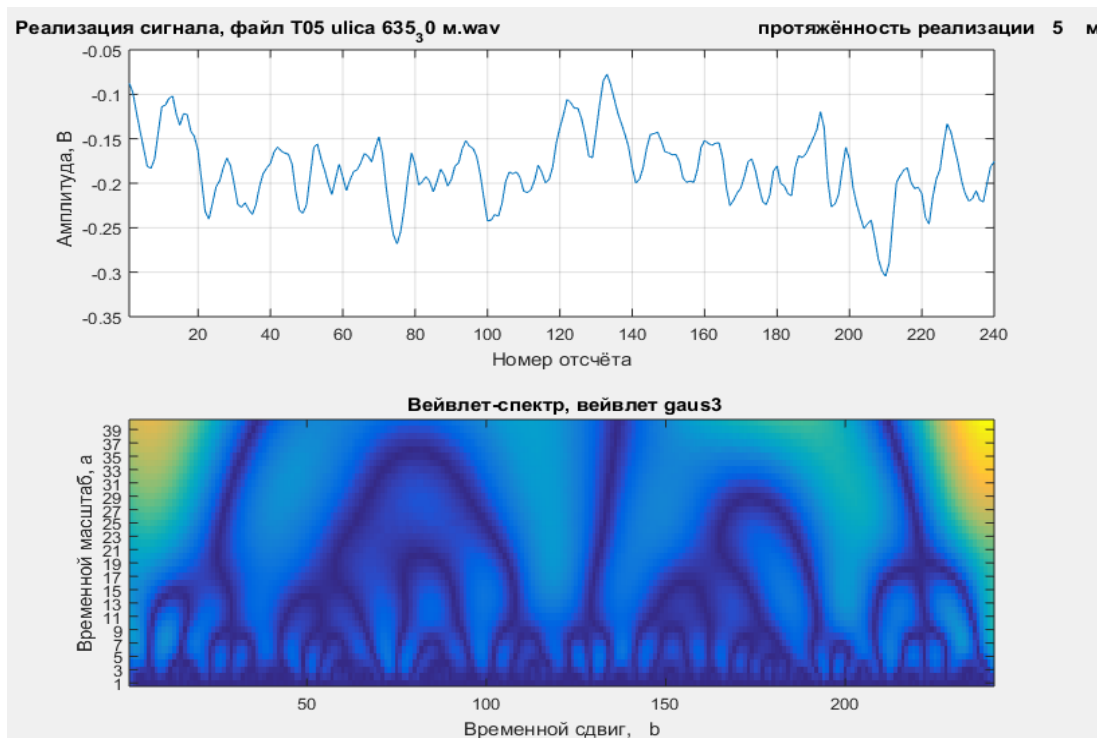
При распознавании объектов наиболее важным и проблемной задачей является выделение признаков акустического сигнала. Выбор признаков влияет на процесс построения алгоритма распознавания, а также на производительность всей системы и качество распознавания.

Применение спектрального анализа позволяет достаточно эффективно выделить основные признаки БПЛА, такие как: частота вращения двигателя, наличие гармоник частоты вращения, характер поведения огибающей гармоник. Недостатком этого метода является уменьшение эффективности работы с расстоянием.

Перспективным методом выявления характерных признаков акустического излучения БПЛА является вейвлет-анализ. Анализ вейвлет-

спектров – мощный инструмент для обнаружения и распознавания конкретного типа БПЛА. Метод дает значительно больше информативных данных, чем простой спектральный анализ.

Основная идея вейвлет-анализа [1] заключается в разложении функции исследуемого по системе базисных функций, которые имеют специальные свойства, в частности хорошую локализацию во временной области.



На рисунке приведены реализация сигнала и вейвлет-спектр БПЛА DJI Phantom 3, полученный при удалении БПЛА на 30 м от микрофона. Можно выделить несколько отличительных признаков БПЛА: вейвлет-спектры БПЛА характеризуются количеством уровней элементов спектра, которые находятся в пределах 3-4, наличием ВЧ-деталей, количеством НЧ-составляющих около 6, которые похожи между собой формой, наличием элементов типа «дерево», фрактальными явлениями элементов, когда структура низкочастотных элементов повторяется в более высокочастотных элементах.

#### Список источников:

1. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории – к практике. [Текст] учеб.пособ. / В.П. Дьяконов – М.: СОЛОН-Р, 2002.–448 с.