

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Пархомов А.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Карташов В.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки 14, кафедра МІРЕС, т. 70-21-587)
email: anton.parkhomov@nure.ua

Small, unmanned aerial vehicles (UAVs), often called drones, are enabling unprecedented applications but, at the same time, new threats are arising linked to their possible misuse. The main challenges related to the problem of drone identification are discussed, which include detection, possible verification, and classification. An overview of the most relevant technologies is provided. More specifically, the main focus is on the frequency modulated continuous wave (FMCW) radar sensor, which is a key technology also due to its low cost and capability to work at relatively long distances, as well as strong robustness to illumination and weather conditions.

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят широкое применение в различных областях деятельности человечества. К примеру, в сельском хозяйстве БПЛА с GPS- навигацией используются для опыления растений на полях. При этом достигается значительная экономия химикатов и более тщательная обработка посевов по сравнению с пилотируемой авиацией. БПЛА используются для доставки медикаментов и гуманитарных грузов в труднодоступные районы, они могут применяться для проверки линий электропередач и трубопроводов. Дроны, другое название БПЛА, могут использоваться и государственной службой по чрезвычайным ситуациям для мониторинга и прогнозирования, а также контроля опасных объектов.

По разнообразию конструкции существует четыре основных типа беспилотных летательных аппаратов. Мультикоптерные дроны представляют собой летающую платформу с бесколлекторными двигателями, с пропеллерами. Они имеют возможности для вертикальных взлетов или зависания над объектом и являются самой дешёвой и доступной версией БПЛА. БПЛА с неподвижным крылом реализуют структуру самолета и идеально подходят для дальних операций. Однороторные дроны – беспилотные вертолеты гораздо эффективнее, чем многороторные версии. Они имеют более длительное время полета и могут даже приводиться в действие двигателями внутреннего сгорания. Известны также гибридные дроны.

По мере распространения дронов все более актуальным становится вопрос обнаружения БПЛА в воздухе. Для этого используются следующие методы и средства – радиолокационные, оптические и акустические.

Оптическое обнаружение БПЛА очень сильно зависит от факторов

окружающей среды. Увеличение дальности обнаружения достигается за счет сужения поля зрения, уменьшения зоны обзора и увеличения времени поиска. Поэтому визуальные сенсоры являются неэффективными устройствами для проведения поиска.

Достаточно актуальным становится использование акустических каналов для обнаружения БПЛА. Акустические сенсоры позволяют наземным средствам производить поиск и обнаружение БПЛА в пассивном режиме, снижая таким образом вероятность определения противником собственных позиций. Поэтому модификация существующих акустических систем поиска или создание новых систем может обеспечить надежный метод обнаружения БПЛА.

Дроны также могут быть обнаружены путем приема и анализа радиосигналов: линий связи и управления, радиолокационных высотомеров, постановщиков активных помех и радиолокационных станций. Однако этим методом можно установить лишь направление на БПЛА, причем точность определения повышается при увеличении времени наблюдения.

Некоторые низкочастотные линии связи могут быть обнаружены на значительных дальностях. Излучение бортовых радиолокационных станций (РЛС) и постановка активных помех БПЛА могут быть обнаружены на еще больших дальностях. Этот метод требует минимального оборудования и позволяет быстро определить пеленг цели при дальнейшей выдаче целеуказаний на средства оптического или ИК наблюдения.

Поиск БПЛА с помощью активных радиолокационных станций достаточно продуктивен, так как они имеют относительно большой импульсный объем поиска и значительную дальность обнаружения.

Существенным недостатком радиолокационного метода является то, что большинство БПЛА изготавливают из композитных материалов, которые достаточно плохо отражают электромагнитные волны. Радиоволны проникают через поверхность аппарата и только частично отражаются от нее.

Еще одной проблемой является то, что из-за небольшого размера беспилотных летательных аппаратов, с учетом ограничений в полосе пропускания и, что немаловажно, из-за высокой стоимости, радиолокационные радары наблюдения не могут использоваться часто, особенно когда необходимо развернуть сеть радаров, чтобы гарантировать полное покрытие контролируемой зоны. Радиолокаторы непрерывного (CW) и непрерывного излучения с частотной модуляцией (FMCW) в настоящее время представляют собой наиболее привлекательное и экономичное решение этой проблемы.

Сигнал FMCW состоит из линейно модулированной непрерывной радиоволны, передаваемой в желаемом направлении. Эти виды сигналов

отличаются от CW сигнала, в котором рабочая частота не изменяется во время передачи.

В большинстве случаев обнаружение цели направлено на выявление наличия объектов, которые не являются постоянными в наблюдаемом сценарии, то есть объектов, которые могут динамически появляться или исчезать. Индикатор движущейся цели — это режим работы радара, позволяющий системе различать цель как среди помех, так и среди неподвижных объектов в зоне наблюдения. Это свойство основано на эффекте Доплера, поскольку неподвижные цели не вызывают какого-либо доплеровского сдвига частоты в наблюдаемых сигналах.

Таким образом, основным методом обнаружения БПЛА на значительных расстояниях является радиолокационный метод и соответствующие РЛС, характеризующиеся значительным энергетическим потенциалом.

Список использованных источников:

1. Карташов В.М., Олейников В.Н., Воронин В.В., Рябуха В.П., Капуста А.И., Рыбников Н.В., Селезнев И.С. Методы комплексной обработки и интерпретации радиолокационных, акустических, оптических и инфракрасных сигналов беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника (Харьков), 2020, Вып. 202. С. 173-182.
2. Карташов В.М., Олейников В.Н., Шейко С.А., Бабкин С.И., Корытцев И.В., Зубков О.В. Особенности обнаружения и распознавания малых беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника. (Харьков). 2018, Вып. 195. С. 235-243.
3. В.М. Карташов, В.Н. Олейников, В.И. Леонидов, В.В. Воронин, А.И. Капуста, И.С. Селезнев, Е.В. Першин/ Комплексная обработка сигналов интегрированной системы наблюдения беспилотных летательных аппаратов с использованием целеуказания// Радіотехніка (Харків). 2020, Вып. 203. С. 148-161.
4. В.А. Тихонов, В.М. Карташов, В.М. Олейников, В.И. Леонидов, Л.П. Тимошенко, И.С. Селезнеов, Н.В. Рыбников. Обнаружение-распознавание беспилотных летательных аппаратов с использованием составной модели авторегрессии их акустического излучения// Вісник НТУУ «КПІ». Радіотехніка. Радіоапаратобудування. 2020, Вип. №81. С.38-46.
5. Карташов В.М., Олейников В.Н., Шейко С.А., Бабкин С.И., Корытцев И.В., Зубков О.В., Анохин М.А. Информационные характеристики звуковых сигналов малых беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника. Всеукр. Межвед. Науч.-техн. Сборник. Вып. 191. - Харьков, 2017. - С. 181-187.