

Ермаков С.А.

*Научный руководитель д.т.н., проф. В.В.Костров  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: 89506024047@bk.ru*

### **Радиолокационная станция для обнаружения беспилотных летательных аппаратов**

Современные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) являются эффективными мобильными средствами для доставки почты, небольших посылок, медикаментов и гуманитарных грузов в труднодоступные районы и других объектов дистанционной торговли; для проверки линий электропередач и трубопроводов; для мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций и контроля за опасными объектами; отслеживание пробок на дорогах и заторов на реках во время ледохода и для многих других полезных приложений.

Однако они могут быть опасными средствами воздушного наблюдения при подготовке террористического акта, видеосъемки для шантажа или других противоправных действий, заброски предметов, представляющих угрозу безопасности людей, а также могут нести аппаратуру для создания помех, причем сами БПЛА в районе аэропорта могут представлять помехи при взлете-посадке самолетов [1,2]. Ряд БПЛА предназначены для уничтожения военной техники, вооружения, складов с боеприпасами и продовольствием. В таких случаях для нейтрализации БПЛА необходимо иметь аппаратуру обнаружения и борьбы с малогабаритными БПЛА. Принцип действия, заложенный в функционирование данной аппаратуры, может быть разнообразен, но наиболее часто используются акустические, лазерные и радиолокационные средства для обнаружения, а для нейтрализации – системы радиоэлектронной борьбы, системы перехвата управления, противодроны.

Целью данной работы – исследование возможности использования малогабаритного радиолокатора Ку-диапазона для обнаружения БПЛА.

Рассмотрены основные виды БПЛА и их характеристики, отмечено, что одним из основных факторов, определяющим эти цели, является малое значение эффективной площади рассеивания. Проведен обзор методов обнаружения целей, в конструкции которых применены элементы технологии Стелс. В соответствии с рекомендациями [3] и основной задачей по обнаружению сформулировано тактико-техническое задание на разработку, определены ключевые направления исследований. При этом учитывалось, что радиолокатор может работать как автономно, так и в составе уже установленных интегрированных систем безопасности, оснащенных аппаратурой видеонаблюдения и тепловизором. Такие системы являются комплексными, осуществляют круглосуточное дежурство по охране периметра объекта и обеспечивают всепогодное обнаружение движущихся целей, измерение их координат и скорости [1].

Проведен расчет энергетических соотношений и определены параметры сканирования антенной системы [4]. В качестве компромиссного решения использовано механическое вращение антенны с возможностью электронного сканирования в угломестной плоскости. Рабочая частота выбрана в области Ку-диапазона, что позволяет улучшить радиолокационный контакт с целью. Однако в этом диапазоне приходится просчитывать возможные потери сигнала при наличии туманов, дождей, пыльных бурь. Проведенные расчеты показали, что потери сигнала составляют 5...7 дБ, поэтому данными факторами пренебрегать нельзя. Базовая технология для построения РЛС основана на концепции когерентной угломерно- дальномерной доплеровской импульсной радиолокации, которая предполагает также использование при зондировании сложного сигнала [4,5].

Особое внимание уделяется организации поляризационных режимов при зондировании пространства. Для достижения наилучших энергетических характеристик принята полная поляризация при приеме, а в качестве информационного параметра – дифференциальная

разность эхо-сигналов на разных поляризациях. Кроме того, важным параметром для распознавания и отождествления целей как БПЛА, который существенно используется в радиолокационной системе, является пропеллерный эффект.

Как показал анализ, использование малогабаритной РЛС для охраны больших территорий является более выгодным по сравнению с распределенной системой датчиков. Несмотря на то, что данные радиолокационные станции устанавливаются на участках с прямой оптической видимостью, они обладают мобильностью и их местоположение выбирается исходя из условий оптимального осуществления контроля охраняемой территории.

#### **Литература**

1. Годунов А. И., Шишков С. В., Юрков Н. К. Комплекс обнаружения и борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 2 (6). С.62–70.

2. Лавров А.А., Антонов И.К. Многолучевые радиолокаторы. Борьба с дронами. – М.: Радиотехника, 2021. – 256 с.

3. Бондаренко А.П., Соколов К.С. Критерии выбора основных конструктивных и энергетических параметров РЛС на начальном этапе проектирования // Радиопромышленность. 2014. Вып. 1. С.5-17.

4. Информационные технологии в радиотехнических системах: учебное пособие / В.А. Васин, И.Б. Власов, Ю.М. Егоров и др.; под ред. И.Б. Федорова. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2004. – 672 с.

5. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. – М.: Радиотехника, 2004. – 320 с.