

Трофимов К.А.

*Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор 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: vvk@mit.ru*

Обнаружение движущихся воздушных объектов с помощью РЛС малой дальности

Устройство относится к радиолокации и может быть использовано в РЛС для управления воздушным движением и для контроля воздушного пространства. Способ и устройство позволяют осуществить поиск, обнаружение объекта в заперенгованном пространстве, измерить его координаты с помощью РЛС и осуществить его сопровождение. Достижимым техническим результатом является обеспечение возможности обнаружения и сопровождения с помощью РЛС малозаметных объектов на максимальных дальностях.

Устройство относится к области радиолокации и может быть использовано в перспективных РЛС для управления воздушным движением и для контроля воздушного пространства. Для обеспечения управления и контроля нужно прежде всего иметь возможность обнаруживать объект с высокой вероятностью на границе контролируемой зоны и разрешать объекты, разнесенные относительно РЛС на $1 - 2^\circ$.

Как правило, для выполнения этих функций используют РЛС с игольчатой формой диаграммы направленности антенны в S – диапазоне. РЛС RAT-31S обнаруживает воздушные объекты с эффективной площадью рассеяния (ЭПР) $\sigma = 3 \text{ м}^2$ на дальности 100 км. Недостаток таких РЛС состоит в трудности обеспечения требуемой дальности обнаружения современных объектов. Эта проблема возникает при решении задачи обнаружения малозаметных объектов, под которыми имеются в виду как летательные аппараты с малыми линейными размерами, т. е. с малой ЭПР, так и объекты, созданные по технологии Stealth, что эквивалентно также малой ЭПР. Так, если ЭПР малозаметного объекта составляет, например, $0,1 \text{ м}^2$, то для его обнаружения на дальности 100 км необходимо увеличить затраты энергии RAT-31S в 30 раз. Увеличить эти затраты можно было бы за счет концентрации энергии РЛС в отдельных направлениях за счет уменьшения в других, но для РЛС кругового обзора это не представляется возможным, поскольку при отсутствии дополнительной информации все направления равнозначны. Известны способы получения и использования такой информации.

Известен способ радиолокационного обнаружения и сопровождения объектов, основанный на обнаружении объектов, измерении углового размера пакета отраженных от них сигналов и координат его центра с помощью длинноволновой РЛС (РЛС_д), на разрешении по этим данным объектов с помощью коротковолновой РЛС (РЛС_к), на привязке их координат к координатам центра пакета, на сопровождении их с помощью РЛС_д по центру пакета и повторении операций РЛС_к после изменения размера пакета.

Эффективность способа основана на том, что современные летательные аппараты (ЛА) имеют в длинноволновом ЭПР значительно выше, чем в коротковолновом. Так, в УВЧ-диапазоне ($\lambda = 30 \text{ см} - 1 \text{ м}$) ЭПР в 7 раз выше, чем в S-диапазоне, а для перспективных ЛА эта разница составляет 100 раз.

Это означает, что затраты энергии на обнаружение перспективных ЛА в УВЧ-диапазоне при прочих равных условиях потребуются в 100 раз меньше, чем в S-диапазоне.

Экономия затрат энергии на обнаружении и сопротивление объектов РЛС_к в этом способе происходит за счет того, что вместо обзора всего пространства, в процессе которого необходимо было бы излучать энергию в объеме всего контролируемого пространства, излучают ее только в направлениях, в которых РЛС_д обнаружила объекты, а при сопровождении РЛС_к используют эпизодически. При этом надежность обнаружения объектов на заданных рубежах можно обеспечить на уровне, достигаемом РЛС_д (за счет концентрации энергии РЛС_к в отдельных направлениях), а разрешающую способность по угловым координатам - на уровне РЛС_к.

Недостаток способа состоит в необходимости иметь еще и РЛС_д.

Наиболее близким техническим решением является способ, основанный на пеленгации излучений бортовых радиоэлектронных средств (РЭС) объекта из разнесенных в пространстве точек, на вычислении координат источника излучений триангуляционным методом. Этот способ функционирует и по отраженной энергии внешних источников (по переизлучениям), облучающих объект, в т.ч. источников природного характера.

Недостаток этого способа состоит в том, что для его реализации необходимо иметь несколько разнесенных позиций пеленгации с обеспечением системы связи между ними. Такой способ трудно реализовать в мобильных РЛС. Кроме того, при таком способе обнаруженные объекты будут потеряны при прекращении излучений.

Заявленное изобретение направлено на решение следующей задачи: обеспечение возможности обнаружения и сопровождения с помощью РЛС малозаметных объектов на максимальных дальностях.

Эта задача решается на основе увеличения концентрации энергии РЛС в тех направлениях, в которых обнаружены излучения в диапазоне работы бортовых РЭС или внешних источников излучения.

Указанный результат достигается тем, что в известном способе радиолокационного обнаружения и сопровождения объектов, основанном на пеленгации излучений (переизлучений) объектов, согласно изобретению осуществляют поиск и обнаружение объекта в запеленгованном направлении, измеряют его координаты с помощью РЛС и ведут его сопровождение, причем при ведении сопровождения по излучениям с использованием измеренного значения скорости операции РЛС повторяют, если погрешность сопровождения может оказаться больше допустимой: если направление пеленга отклонилось от экстраполированного больше допустимого значения или в случае изменения параметров излучений, а при исчезновении излучений (переизлучений) или при достижении объектом заранее установленного рубежа переходят на сопровождение в активном режиме.

Указанный способ реализуется тем, что в РЛС, содержащую антенну, устройство приема-передачи (ППУ), устройство первичной информации и анализа внешних условий (ПО), устройство вторичной обработки информации (ВО), устройство передачи информации потребителю (ПП), устройство управления (УУ);

С помощью РЛС осуществляют круговой обзор пространства в обычном режиме. Одновременно осуществляют направленный прием пеленгатором сигналов в диапазоне частот, в котором могут работать бортовые РЭС или другие внешние источники подсвета объекта. При обнаружении излучений, измеряют угловые координаты β_n и ϵ_n его источника (пеленгуют) и с помощью РЛС осуществляют поиск объекта в этом направлении при необходимости за счет замедления скорости обзора, концентрируя в заданном угловом секторе энергию излучения. Определяют дальность и скорость объекта и начинают вести его сопровождение. Для сокращения затрат энергии РЛС, как вариант, могут осуществлять сопровождение объекта, продолжающего излучать (или переизлучать) в пассивном режиме, определяя угловые координаты в j -м периоде обзора β_{ij} и ϵ_{ij} путем пеленгации излучений, а дальность за счет ее экстраполяции с использованием измеренного значения скорости и текущего времени. При этом в случае маневра объекта операции РЛС повторяют. Признаками маневра могут служить отклонения в j -периоде обзора экстраполированных значений β_{ej} и ϵ_{ej} от измеренных β_{ij} и ϵ_{ij} , изменение параметров излучений (например, несущей частоты за счет изменения доплеровской скорости; уровня излучений за счет изменения коэффициента усиления антенны РЭС в направлении РЛС и т.д.). Если объект прекращает излучать (переизлучать) или достигает заранее установленного рубежа (например, рубежа, на котором должна быть выдана уточненная информация потребителю, или рубежа, когда уровень отраженного сигнала стал достаточным для его обнаружения РЛС без концентрации энергии, или рубежа вхождения в зону особой ответственности, например в зону, прилегающую к аэродрому и т.д.), то переходят на сопровождение с помощью РЛС в активном режиме.

Литература

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. - М.: Радиотехника, 2004.- 320 с.

2. Бакулев П.А., Степин В.М. Методы и устройства селекции движущихся целей. - М.: Радио и связь, 1986. - 288 с.
3. Неронский Л.Б., Михайлов В.Ф., Брагин И.В. Микроволновая аппаратура дистанционного зондирования поверхности Земли и атмосферы. Радиолокаторы с синтезированной апертурой антенны /Учеб. Пособие. - СПб.: СПбГУАП, 1999. Ч.2. 220с.
4. Сосулин Ю.Г., Костров В.В., Паршин Ю.Н. Оценочно-корреляционная обработка сигналов и компенсация помех. - М.: Радиотехника, 2014. — 648 с.
5. Хансен Р. Фазированные антенные решетки. Пер. с англ. 2-е изд. - М.: Техносфера, 2012. - 560 с.
6. Гостюхин В.Л., Трусов В.Н., Гостюхин А.В. Активные фазированные антенные решетки. — М.: Радиотехника, 2011. - 304 с.
7. Инденбом М.В. Антенные решетки подвижных обзорных РЛС. Теория, расчет, конструкции. — М.: Радиотехника, 2015. – 416 с.