

Анцифоров И.А. (Antziforov I.A.), студент,
Решетников А.Е. (Reshetnikov A.E.), студент
ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»

Виды радиолокации

Термин «радиолокация» составлен из двух слов: *radiar* — излучать и *locus* — место. Отсюда «радиолокация» буквально означает определение места объекта посредством радиоизлучения. Более полное определение радиолокации обычно дается в следующем виде.

Радиолокацией называется область радиотехники, использующая явления отражения и излучения электромагнитных волн различными объектами для их обнаружения, определения местоположения и параметров движения в пространстве.

Процесс обнаружения объектов, определения их координат и параметров движения радиотехническими методами называется *радиолокационным наблюдением*. Специальные радиотехнические устройства, выполняющие эти задачи, называются *радиолокационными станциями* (РЛС) или *радиолокаторами*. Объекты радиолокационного наблюдения носят название *радиолокационных целей*. Такими целями могут быть, к примеру, самолеты, ракеты и их боевые головки, искусственные спутники земли в полете, грозовые облака, корабли и другие надводные объекты, а кроме того любые наземные объекты.

Полезная информация о радиолокационном объекте доставляется радиосигналами, приходящими от объекта к радиолокационной станции. В зависимости от происхождения этих сигналов радиолокация подразделяется на *пассивную и активную*.

РЛС пассивной системы содержит в своем составе приемную антенну направленного действия, радиоприемное устройство и индикатор.

Отсутствие излучения зондирующего сигнала повышает скрытность работы, существенно затрудняет обнаружение пассивных радиолокационных станций и

создание им помех. Различают пассивную радиолокацию объектов с искусственным (радиопередатчики различного назначения) и естественным (тепловым) излучением радиоволн. Приём пассивной РЛС радиоволн, излучаемых земной и водной поверхностями, используется для снятия радиолокационной карты местности в навигационных целях или обзора местности с целью её разведки, а также для обнаружения отдельных объектов с интенсивным тепловым радиоизлучением. Поэтому пассивная радиолокация называется часто *радиотеплолокацией* [1].

Такая РЛС имеет радиоприёмник и антенну с узкой, иглообразной диаграммой направленности, сканирующей в заданном секторе. Принятые сигналы после обработки в приёмнике поступают на электроннолучевой индикатор, у которого развёртка изображения синхронизирована с перемещением диаграммы направленности антенны. На экране индикатора получают картину теплового радиоизлучения местности. С помощью РЛС пассивной системы можно, например, различать границу между водой и сушей, определять трассу проходящих судов, так как температура кильватерной струи бывает выше температуры воды.

Кроме того, пассивные РЛС используются для обнаружения и определения координат воздушно-космических объектов, в частности баллистических ракет на активном участке полёта, и угловых координат таких источников радиоизлучения как Солнца, Луны и звезд. Последнее служит навигационным целям определения широты и долготы точки размещения РЛС. На этом принципе работают так называемые *радиосекстанты*.

В отличие от активной радиолокации, пассивная радиолокация не позволяет найти дальность объекта по данным приёма сигналов только в одном пункте. Для полного определения координат объекта необходимо совместное использование двух (или более) РЛС, разнесённых на некоторое (известное) расстояние.

Дальность действия пассивных РЛС при резко контрастных объектах может превосходить дальность действия активных (излучающих) РЛС. Точности измерения угловых координат пассивными и активными РЛС примерно одинаковы, точность определения дальности у пассивных РЛС, как правило, ниже.

Активная система радиолокации может быть с *пассивным (первичная радиолокация)* и *активным ответом*. РЛС с пассивным ответом содержит радиопередатчик, приемопередающие антенны, радиоприемник и индикатор. Электромагнитная энергия прямых или зондирующих сигналов, излучаемых передающей антенной, распространяясь в пространстве, отражается от объекта и принимается приемником.

С выхода приемника усиленные отраженные сигналы поступают на индикатор, где преобразуются в форму, удобную для получения информации о принятых сигналах.

Активная радиолокация с активным ответом отличается от системы с пассивным ответом наличием на объекте или заранее обусловленном пункте приемопередатчика (ответчика), который отвечает на сигналы РЛС (запросчика). Такая система позволяет не только обнаружить и определить координаты объекта, но и опознать объект.

В зависимости от структуры зондирующих радиолокационных сигналов различают два метода радиолокационного обнаружения: *метод непрерывного излучения колебаний и импульсный* [2].

Импульсный метод радиолокации

В основе наиболее распространённого вида радиолокации — радиолокации с зондирующими излучениями — лежит явление отражения радиоволн. Импульсная РЛС периодически излучает кратковременные импульсы сверхвысокочастотных колебаний (СВЧ), а в промежутке между посыпаемыми (зондирующими) импульсами принимает отраженные от объектов импульсные сигналы.

Отраженный импульсный сигнал от каждого объекта запаздывает по отношению к зондирующему сигналу на время

$t_D = 2D/c$, где D – расстояние до объекта; c – скорость распространения радиоволн.

По этому интервалу времени определяется расстояние или дальность

$D = c t_D / 2$, а с помощью остронаправленной антенны РЛС – направление (курсовой угол или пеленг) на обнаруженный объект (цель).

При одновременном обнаружении нескольких объектов принимаемые отраженные сигналы будут смещены во времени в зависимости от дальности до этих объектов. Отмеченная особенность импульсного режима работы РЛС позволяет довольно просто одновременно наблюдать за многими объектами, расположенными в радиусе действия РЛС.

К преимуществам импульсной РЛС относится также сравнительная простота использования одной и той же антенны, как для передачи, так и для приема радиолокационных сигналов.

Недостатками импульсных РЛС являются необходимость применения больших пиковых мощностей; сложность определения скорости движения объектов; невозможность измерения очень малых расстояний и относительно большая минимальная дальность радиолокационного обнаружения, зависящие от длительности импульсов, минимальное значение которых ограничивается шириной частотного спектра и временем протекания переходных процессов в аппаратуре.

Несмотря на отмеченные недостатки, преимущества импульсного метода радиолокации, обеспечивающие работу РЛС в режиме кругового обзора, являются решающими для судовых навигационных РЛС.

Метод непрерывного излучения колебаний

Метод непрерывного излучения колебаний при радиолокационном обнаружении объектов основан на *эффекте доплера*, при котором частота

сигнала, поступающего на приемное устройство, меняется в зависимости от относительной скорости движения между передатчиком и приемником. В результате доплеровского эффекта принимаемая частота выше – при уменьшении расстояния между передатчиком и приемником и ниже – при увеличении этого расстояния. Если относительное движение отсутствует, то принимаемая частота точно соответствует передаваемой частоте.

Доплеровская РЛС непрерывного излучения – самая простая из всех. Она содержит генератор высокочастотных колебаний (гвч), передающую $a_{\text{пер}}$ и приемную $a_{\text{пр}}$ антенны, смеситель и усилитель низкой частоты биений (унч). В зависимости от назначения РЛС на его выходе включаются либо наушники, либо частотомер.

Доплеровская РЛС не обнаруживает неподвижные предметы. Сигнал, отраженный от них имеет ту же самую частоту, что и излучаемый. Но если обнаруживаемый объект движется в направлении локатора или от него, частота отраженного сигнала изменяется вследствие эффекта Доплера.

В приемную антенну попадают два сигнала: прямого прохождения (от излучающей антенны) и отражённый от цели. При наличии развязывающего устройства излучение и приём сигналов в доплеровской РЛС осуществляется на одну антенну.

Определить дальность доплеровским локатором нельзя, но если частоту излучаемых колебаний изменять в некоторых пределах, т.е. ввести в генератор *частотную модуляцию*, то появляется возможность измерить дальность.

В области радиолокационных систем (РЛС), как и в любой другой области техники, происходит непрерывный процесс обновления, замены устаревших средств новыми модификациями. Расширяются и усложняются решаемые ими задачи, растут их показатели эффективности и качества, совершенствуются прежние и создаются новые конструкции, расширяются связи РЭС с другими системами.

В развитии радиоэлектронных систем можно указать определенные этапы или поколения. Например, в истории развития радиоэлектронных систем значительный период занимал этап конструирования РЭС с использованием электронных ламп. Он сменился этапом развития радиоэлектронных систем с применением полупроводниковых элементов, за которым последовал новый этап построения РЭС на основе интегральной схемотехники (интегральных микросхем и микропроцессоров).

Развитие микроэлектроники и вычислительной техники дало широкие возможности для применения в радиоэлектронике цифровых методов обработки и преобразования информации. Применение идей и методов цифровой обработки сигналов открывает принципиально новые возможности в различных областях радиоэлектроники и прежде всего в таких, как радиосвязь, радиолокация, радиоуправление.

Особенно широко используются в радиоэлектронике достижения таких разделов физики, как физика твердого тела, оптика. Успехи в области когерентной оптики, голографии и в других областях физики способствовали созданию и развитию оптических методов обработки и преобразования информации. Они нашли свое применение, например, в радиолокации (РЛА), в микроволновой технике и других областях [3].

Список литературы

1. Логинов М.А., Роговой И.И., Чечельницкий М.И. Основы импульсной радиотехники и Радиолокации / Под ред. И.Г. Хорбенко. – М.: ВИМО СССР, 1968. 552 с.
2. Бакулов П.А. Радиолокационные системы. Учебник для вузов. – М.: Радиотехника, 2004. 320 с.
3. Радиоэлектронное оборудование / Под ред. Сидорина В.М. – М.: ВИ, 1990. 288 с.