

## ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ СОВРЕМЕННЫХ РЛС

© 2018 А. Г. Юрочкин, Д. С. Денисенко, Д. Ю. Жулябин

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации  
Воронежский институт высоких технологий  
ОАО «Пигмент»*

*В статье рассматриваются ключевые особенности работы радиолокационных станций. Проведен анализ возможностей применения фазированных антенных решеток. Приведены параметры, влияющие на возможности обнаружения объектов.*

*Ключевые слова: распространение радиосигналов, радиолокационная станция, радиосвязь.*

Радиолокационные станции (РЛС) могут применяться для решения широкого круга задач, например, на их основе можно определять параметры движения и координаты объектов.<sup>1</sup>

Так же они предоставляют возможности для обнаружения разных технических устройств [1, 2].

Решаются проблемы, как в гражданской, так и военной сфере. Координаты могут быть определены с некоторой степенью точности по всем объектам, будут попадать в сектор обзора.

Такие задачи возникают в случаях, когда требуется сопровождать даже не одну, а несколько целей. Направления на цели будут направленным образом совмещены с осями диаграмм направленности [3, 4].

Сканирование соответствует некоторому сектору, как по углу места, так и по углу азимута. Если есть автоматическая обработка сигналов в РЛС, то она осуществляется на основе соответствующих вычислительных устройств. Малый интервал времени соответствует мгновенным параметрам. Они относятся к определению координат объектов, когда используется принцип прохождения сигнала через объект.

Рассмотрение координат центра точек импульсов. Если период повторения большой, то параметры, относящиеся к одному из импульсов, будут рассматриваться в качестве мгновенных.

Если диаграммы направленности будут узкими, то это дает возможности достижения

высокого углового разрешения и точного измерения угловых координат. Улучшаются и характеристики помехозащищенности.

Обзор по пространству может производиться на основе разных подходов.

Последовательный подход связан с тем, что один за другим происходит обзор по секторам.

Параллельный подход предполагает, что будут формироваться лучи [5, 6], которые по всему сектору обзора будут делать перекрытие. В связи с этим обнаружение объектов будет осуществляться с высокой надежностью.

Также при большом числе объектов происходит повышение скорости, с которой информация будет получена.

Есть также смешанный подход. В нем для небольшого сектора наблюдения применяют не очень много лучей. Информация получается при сравнительно малых скоростях, хотя габариты аппаратуры будут уменьшены. При этом ориентируются на применение парциальных диаграмм направленности.

В пространстве можно осуществить процесс перемещения диаграммы направленности на основе соответствующих закономерностей. Они определяются видом применяемого подхода.

Точностью разрешающая способность по угловым координатам будет ухудшаться к краям сектора при увеличении сектора сканирования при расширении диаграммы направленности.

Фазированные антенные решетки (ФАР) дают возможности для реализации широкого круга закономерностей обзора. В них процесс сканирования луча идет безынерционным способом.

Существование или отсутствие объекта определяется с точки зрения соответствующего решения [7]. Это решение связано

<sup>1</sup> Юрочкин Анатолий Геннадьевич – Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, д. т. н., профессор, yurocchikinang30@yandex.ru  
Денисенко Дмитрий Сергеевич – Воронежский институт высоких технологий, студент, denis0t62vrwet@yandex.ru  
Жулябин Дмитрий Юрьевич – ОАО «Пигмент», специалист, for45fytr30@yandex.ru

со временем облучения каждого из возможных направлений. Число обнаруженных объектов связано со средней скоростью сканирования.

За счет однозеркальных или многозеркальных антенн формируется прианальная диаграмма направленности. Многозеркальные антенны, в отличие от однозеркальных, предоставляют возможности для того, чтобы достигать высоких уровней пресечения по определенным диаграммам направленности.

Среди них можно отметить антенны, в которых существует поворот плоскости поляризации по большому зеркалу. В малом зеркале отраженные и проходящие волны характеризуются разными поляризациями.

Устройства, содержащие в своем составе ФАР, характеризуются такими преимуществами:

- электронное сканирование обладает малой инерционностью,
- создается не один луч, а несколько [8],

- есть возможности для использования отдельных излучателей, обладающих небольшими мощностями,

- облучающие компоненты могут размещаться на любых поверхностях, при этом получается достаточный сектор обзора [9],

С точки зрения практического применения у ФАР есть недостатки:

- не всегда есть возможности снижения конструктивной сложности;

- есть проблемы с увеличением полос пропускания.

Есть ограничения по сектору сканирования вследствие того, что расширяется диаграмма направленности,

Требуется применение управляющих систем.

Решетки, не входящие в состав ФАР, могут характеризоваться неэквидистантностью и эквидистантностью по расстояниям между образующих их излучателей.

При сканировании и при помощи ФАР необходимо должным образом обеспечивать изменения фазы излучаемой волны. Для этого применяют фазовый или частотный поход.

Первый из них применяется для сканирования по нескольким плоскостям.

Второй является более простым. Замедляющие системы требуются для того, чтобы достичь широких секторов обзора, ими являются волноводы, характеризующиеся разными размерами.

Важно, чтобы были достигнуты требуемые значения по дальности действия, высокие значения точности и разрешающей способности.

Еще необходимо следить за однозначностью измерения параметров. В качестве сигналов в РЛС применяют последовательность импульсов. Она может быть когерентная и некогерентная.

В первом случае есть закономерная фазовая структура. Второй случай связан с изменением по случайным законам начальной фазы.

Средняя мощность может быть повышена за счёт применения широкополосных сигналов [10, 11].

При этом можно достичь роста длительности импульсов. Достаточно в ряде случаев даже применение всего одного импульса, чтобы была измерена радикальная скорость того, как движется объект.

При наблюдении за сигналом, который отражен от объекта, можно обнаружить различные виды шумов. То есть, должно быть принято решение, что мы измеряем сигнал или шум. Тогда приходится рассматривать или ложную тревогу или пропуск объекта.

Обнаружение объектов основывается на:

- критериях-Неймана-Пирсона;
- последовательности наблюдения;
- использовании параметрических процедур.

В первом из них, чтобы достичь уменьшения ложных срабатываний при расчетах меняют значение порога.

Рост отношения сигнал/шум позволяет обеспечить решение проблемы, связанной с оптимальной обработкой сигналов. Она базируется на том, что применяются фильтры, а также используется корреляционно-фильтровой подход.

Многоимпульсные подходы требуются для того, чтобы проводить измерение углов для плоскостей мгновенного обзора.

При измерении параметров сигналов исследователи могут столкнуться с такими ошибками:

- обусловленные наличием шумов;
- связанные с тем, что измеряющие устройства неточным образом настроены;
- обусловленные тем, что влияет внешняя среда.

Уголовная координата для плоскостей сканирования будет при измерениях характеризоваться ошибками вследствие того, что:

- антенны и объекты движутся при процессах облучения;
- в ходе квазиоптимальной обработки огибающая имеет искажение в форме;
- в антенных системах они механические и электрические не являются параллельными;
- фазовый фронт является неспецифическим.

Вывод. На работу РЛС влияют несколько основных параметров: скорость сканирования, углы сканирования, наличие помех.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Преображенский А. П. Построение радиолокационных изображений объектов / А. П. Преображенский, Ю. П. Хухрянский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 20-23.
2. Ашихмин А. В. Анализ возможностей использования современных радиолокационных измерительных комплексов для оценки характеристик аппаратуры радиоконтроля / А. В. Ашихмин, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2007. – Т. 3. – № 4. – С. 173-175.
3. Косилов А. Т. Восстановление радиолокационных изображений объектов с использованием методов радиоголографии / А. Т. Косилов, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 79-81.
4. Преображенский А. П. Современные радиолокационные комплексы для измерения радиолокационных характеристик / А. П. Преображенский, Н. П. Ярославцев // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 29-32.
5. Golovinov S. O. Modeling the millimeter wave propagation in urbanized areas based on a combined algorithm / S. O. Golovinov, A. P. Preobrazhenskii, I. Y. Lvovich // Telecommunications and Radio Engineering. 2013. T. 72. № 2. С. 139-145.
6. Преображенский Ю. П. Рассеяние радиоволн на сложных объектах / Ю. П. Преображенский // В сборнике: Современные инновации в науке и технике Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А. А. Горохов. -2018. - С. 191-194.
7. Гагарин Ю. Е. Учет множества случайных факторов при использовании минимаксного критерия в задачах распознавания объектов / Ю. Е. Гагарин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. – № 1 (24). – С. 89-98.
8. Головинов С. О. Разработка имитатора тракта передачи данных спутникового диапазона / С. О. Головинов, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. – Т. 5. – № 4. – С. 214-217.
9. Преображенский Ю. П. Моделирование распространения радиоволн для условий дифракции / Ю. П. Преображенский // В сборнике: Современные инновации в науке и технике Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 183-186.
10. Преображенский А. П. Методы прогнозирования характеристик рассеяния электромагнитных волн / А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2014. – № 1 (4). – С. 3.
11. Кульнева Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.

#### THE WORK FEATURES OF MODERN RADARS

© 2018 A. G. Yurochkin, D. S. Denisenko, D. Yu. Zhulyabin  
 Russian Academy of national economy and public  
 administration under the President of the Russian Federation  
 Voronezh institute of high technologies  
 JSC «Pigment»

*The paper discusses the key features of radar stations. The analysis of the possibilities of using phased antenna arrays is carried out. Parameters that affect the ability to detect objects are given.*

*Key words: distribution of radio signals, radar station, radio communication.*