

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **6903**
(13) **С1**
(51)⁷ **Н 01Q 25/00**

(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ НА ИСТОЧНИК
ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН И УСТРОЙСТВО
ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(21) Номер заявки: а 20000028

(22) 2000.01.05

(46) 2005.03.30

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Белорусский государственный уни-
верситет информатики и радиоэлек-
троники" (ВУ)

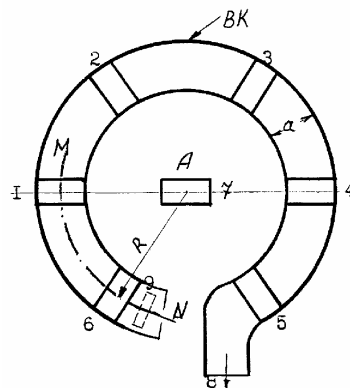
(72) Автор: Аверьянов Валерьян Яковлевич
(ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Белорусский государственный
университет информатики и радиоэлек-
троники" (ВУ)

(57)

1. Способ определения направления на источник излучения электромагнитных волн, включающий посылку зондирующих импульсов и определение направления на источник по величинам серии полученных эхо-сигналов, **отличающийся** тем, что серию эхо-сигналов получают при помощи поочередного использования N приемных диаграмм направленности, расположенных по кольцу вокруг оси антенны в районе фокуса ее зеркала на равном угловом расстоянии друг от друга, а направление на источник излучения определяют за время одного обхода N приемных диаграмм направленности.

2. Устройство определения направления на источник излучения электромагнитных волн, включающее расположенный в фокусе зеркала антенны облучатель для посылки зондирующих импульсов, **отличающееся** тем, что содержит установленный в районе фокуса зеркала антенны волновод, выполненный в виде волноводного кольца, от которого через равные расстояния, каждое из которых равно целому числу длин волн в волноводе, выполнены N открытых отводов волновода с возможностью поочередного образования с зеркалом антенны приемных диаграмм направленности, причем в каждом из отводов расположен "р-і-п" диод, а волноводное кольцо соединено с приемным устройством и имеет поршень настройки для передачи принятых эхо-сигналов к выходу волноводного кольца.



Фиг. 5

ВУ 6903 С1

(56)

Леонов А.И. Моноимпульсная радиолокация. -М.: Советское радио, 1970. - С. 32-33.

Ройс Д.Р. Введение в моноимпульсную радиолокацию. -М.: Советское радио, 1960. - С. 10-11.

Драбкин А.Л. Антенно-фидерные устройства. -М.: Советское радио, 1974. - С. 366-367.

Изобретение относится к области антенной техники и устройств определения направления на цель от радиолокатора или на источник излучения от специального радиоприемника.

В настоящее время для этих целей используется так называемый моноимпульсный метод, у которого пеленгационная характеристика образуется с помощью трех диаграмм направленности (ДН), создаваемых либо тремя отдельными антеннами, либо различными типами волн, которые образуют свои ДН с помощью сложного специального облучателя одной антенны. При этом в обоих случаях используются три канала приема со специальными амплитудными характеристиками и сложной системой автоматической регулировки усиления, обеспечивающими требуемую идентичность каналов [1, 2]. Ранее для точного определения направления на цель применялись методы конического сканирования и последовательного переключения ДН. Характерным для этих методов является то, что направление на цель определялось сравнением сигналов, последовательно принимаемых антенной при вращении облучателя вокруг оси антенны, а угловая информация о цели формируется в виде амплитудной модуляции принимаемых сигналов. При этом глубина модуляции определяет величину сигнала ошибки, а фаза - направление рассогласования оси антенны по отношению к направлению на пеленгуемую цель [1, 2]. Модуляционный метод формирования сигнала угловой ошибки требует приема последовательности отраженных импульсов. Поэтому он является чувствительным к флюктуациям амплитуды сигналов, порождаемым случайными изменениями эффективной площади рассеяния (ЭПР) цели. Это наиболее существенный недостаток одноканального метода пеленгования, использующего коническое или линейное сканирование луча или последовательное переключение ДН [1, 2]. Однако в других отношениях способ конического сканирования имеет ряд преимуществ перед моноимпульсным способом. Он работает с одной антенной, его приемное устройство одноканальное, а СВЧ-устройство в принципе значительно более простое, чем у одноантенного моноимпульсного облучателя. Мы принимаем за прототип устройства - устройство сканирования радиолокатора с коническим сканированием.

Задача изобретения - изменение конструкции устройств определения направления на источник излучения, позволяющее упростить конструкцию устройств определения направления на источник излучения ЭМВ и уменьшить технологические трудности при их изготовлении в миллиметровом диапазоне волн. Предлагаемый способ позволяет значительно ослабить основной недостаток способа конического сканирования, сохраняя его преимущества путем резкого сокращения времени, необходимого для определения направления на цель по небольшому количеству эхо-сигналов. Суть предлагаемого способа: в районе фокуса по волноводному кольцу вокруг оси антенны на равных угловых расстояниях друг от друга располагаются N облучателей, образующие с зеркалом антенны N приемных ДН. Каждый из облучателей имеет устройство включения и выключения. При включении в работу этих облучателей образуются приемные ДН, принимающие каждая сигналы со своего углового направления. При поочередном включении и выключении всех облучателей происходит обзор пространства вокруг оси антенны, эквивалентный обзору при одном обороте конического сканирования. Принцип работы способа при $N = 6$ поясняется с помощью фиг. 1, где A - фокус зеркала антенны; 1, 2, 3, 4, 5, 6 - сечения приведенных ДН различных облучателей на уровне 0,7 плоскостью, перпендикулярной оси антенны; K - окружность с угловыми отметками положения облучателей; 7 - окружность

ВУ 6903 С1

отклонений осей приемных ДН на угол α . Оси приемных ДН отклонены от оси антенны на угол α , величина которого обычно выбирается такой, чтобы пересечение приведенных ДН происходило на уровне 0,7. При этом угол α оказывается равным половине ширины ДН антенны. При последовательном поочередном включении облучателей направление на источник электромагнитных волн определяется по величине сигналов, принятых шестью приемными ДН: $F_1(\theta_1)$; $F_2(\theta_2)$; $F_3(\theta_3)$; $F_4(\theta_4)$; $F_5(\theta_5)$; $F_6(\theta_6)$. Углы θ соответствуют отклонению направления прихода сигнала от оси каждой приемной ДН.

фиг. 1. Принцип работы способа при $N = 6$;

фиг. 2. Последовательности эхо-сигналов с направления 120° ;

фиг. 3. Последовательности эхо-сигналов, приходящих с осевого направления;

фиг. 4. Последовательности эхо-сигналов с направления 210° ;

фиг. 5. Устройство, реализующее способ определения направления на цель;

фиг. 6. Сечение волноводного кольца по линии М-Н;

фиг. 7. Общая схема устройства, поясняющая последовательность действия отдельных его элементов.

В радиолокаторе включение облучателя производится после окончания посылки зондирующего импульса, а выключение - перед посылкой следующего импульса. Благодаря стробированию на выходе приемника получаем эхо-сигнал от выбранной цели. Таким образом, за одно поочередное включение шести облучателей получаем на выходе приемника шесть эхо-сигналов от выбранной цели, каждый из которых принят ДН, занимающей жесткое угловое положение на кольце. На фиг. 2, 3, 4 показаны примерные последовательности сигналов, составляющих функцию шести сигналов, по которой ЭВМ определяет направление на цель. Серия сигналов фиг. 2 соответствует приходу сигналов с направления 120° ; серия сигналов фиг. 3 соответствует приходу сигналов с осевого направления; серия сигналов фиг. 3 соответствует приходу сигналов с направления 210° . Величину угловой ошибки ЭВМ определяет по отношению максимума функции шести сигналов к минимуму, а угловое направление - по угловому положению максимума и минимума относительно кольца. Заметим: использование ЭВМ позволяет обойтись без стробирования в радиоприемнике, так как она сама может разделять сигналы, приходящие с различных дальностей и получать столько функций шести сигналов, сколько целей с разными дальностями находится в луче антенны радиолокатора и по ним определять направления на эти цели.

Оценка влияния эффекта изменения ЭПР целей на предлагаемый способ определения направления на цель. Как известно, при коническом сканировании для определения направления требуется длительная последовательность импульсов. Например, при частоте сканирования 30 Герц и частоте повторения импульсов 1500 Гц за пять периодов сканирования получаем необходимую серию в количестве 250 импульсов длительностью в 0,166 с [2]. Предлагаемый способ определяет направление на цель по шести импульсам, что соответствует длительности в 4 миллисекунды. Так как, согласно [3], флюктуации эхо-сигналов от целей за счет изменения ЭПР имеют спектр в пределах от нуля до 11 Гц, то их влияние на точность измерения направления квазимоимпульсным способом будет незначительным - в 40 раз меньшим чем при коническом способе и примерно таким же, как и при моноимпульсном способе.

Устройство, реализующее квазимоимпульсный способ определения направления, выполненное на прямоугольном волноводе, показано на фиг. 5 и 6. На фиг. 5: ВК - волноводное кольцо; а - размер широкой стенки волновода; R - радиус волноводного кольца; 1, 2, 3, 4, 5, 6 - смещенные по кольцу на 60° друг от друга и соединенные с ВК открытые концы волноводов, являющиеся облучателями, образующими с зеркалом шесть приемных ДН; 7 - расположенный в фокусе антенны открытый конец волновода - облучатель зондирующего сигнала; 8 - выход энергии СВЧ принятых эхо-сигналов; 9 - подстроечный поршень, обеспечивающий передачу принятых облучателями эхо-сигналов к выходу ВК; 1 - расстояние между открытыми концами волноводов. На фиг. 6 показано сечение волно-

ВУ 6903 С1

водного кольца по линии MN: ВК - волноводное кольцо; В - размер узкой стенки волновода; 1...6 - открытые концы волноводов; 10 - "p-i-n" диоды; 9 - подстроечный поршень; l_1 - расстояние между соседними отводами волноводов, равное целому числу длин волн в волноводе; l_2 - расстояние до "p-i-n" диода от кольца. Расстояние l_1 определяется по формуле:

$$l_1 = n\Lambda_B,$$

где n - целое число;

Λ_B - длина волны в волноводе.

Расстояние l_2 выбирается равным четверти длины волны в волноводе. Радиус волноводного кольца выбирается из условия пересечения приведенных приемных ДН, образованных противоположно расположенными облучателями на уровне 0,7. Согласно [4], он рассчитывается по формуле:

$$R = 0,6 \frac{\lambda}{\sin \psi},$$

где λ - длина волны;

ψ - угол раскрыва зеркала.

Принцип действия устройства объясняется с помощью общей схемы, показанной на фиг. 7, где 1, 2, 3, 4, 5, 6 - открытые концы волноводов; 8 - выход эхо-сигналов к приемнику; 9 - поршень подстройки; 10 - "p-i-n" диоды, производящие включение и выключение облучателей; 11 - коммутатор; 12 - генератор импульсов запуска; 13 - к модулятору передатчика; 14 - радиоприемное устройство; 15 - к обнаружителю эхо-сигналов и измерителю дальности; 16 - аналог-цифра преобразователь и ЭВМ; 17 - угловое отклонение направления на цель от оси антенны в цифровой форме. Последовательность работы элементов схемы. Считаем, что настроечный поршень установлен правильно, коммутатор закрыл все ответвления от волноводного кольца, а приемник стробирует эхо-сигнал от выбранной цели. Генератор импульсов запуска посылает первый импульс к модулятору передатчика и с задержкой на время длительности импульса к коммутатору и ЭВМ. Радиолокатор излучает зондирующий сигнал, после чего коммутатор включает на прием первый облучатель. Принятый этим облучателем эхо-сигнал поступает в приемник и после преобразований в нем поступает на аналог-цифра преобразователь и ЭВМ. В конце периода повторения первый облучатель закрывается. При посылке следующего зондирующего сигнала происходят те же процессы со вторым облучателем. Таким образом, после посылки шести зондирующих сигналов ЭВМ образует функцию шести сигналов, по которой определяет угловое направление на цель. Заметим, что выходные волноводы от второго, третьего, пятого и шестого облучателей скручены на 60° , чтобы обеспечить совпадение поляризаций с облучателем передатчика. После приема шестого эхо-сигнала схема начинает работать по той же последовательности, образуя следующую функцию шести сигналов. Таким образом, после посылки каждых шести зондирующих сигналов на выходе ЭВМ получаются результаты расчета углового положения цели. Преимущества перед облучателями конечного сканирования:

1). Информация об угловом положении цели получается от каждых шести импульсов.

2). Не нужен переключатель прием-передача, так как передача и прием производятся разными облучателями и, кроме того, приемное устройство защищено от проникновения зондирующего сигнала "p-i-n" диодами, вносящими в закрытом состоянии 60 децибел потерь.

3). Не нужна система сельсинов, следящих за текущим положением вращающегося облучателя.

4). Позволяет разделить передающую и приемные ДН, благодаря чему облучатель передатчика располагается все время в фокусе зеркала антенны, что позволяет путем создания соответствующего поля на раскрыве зеркала получить малый уровень боковых лепестков.

ВУ 6903 С1

Преимущества по сравнению с моноимпульсным способом.

1). Использование только одного приемного канала с линейной амплитудной характеристикой и простой автоматической регулировкой усиления.

2). По сравнению с четырехантенным моноимпульсным - использование только одной антенны.

3). По сравнению с одноантенным моноимпульсным - более простая конструкция облучателя, так как он работает на одной основной волне волновода.

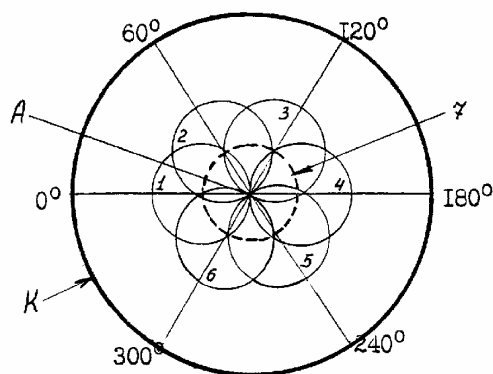
Источники информации:

1. Леонов А.И., Фомичев К.И. Моноимпульсная радиолокация. - М.: Радио и связь, 1984. - С. 5, 29, 32, 47, 60.

2. Роде Д.Р. Введение в моноимп. радиолокацию. - М.: Сов. Радио, 1960. - С. 9-11, 25, 73.

3. Справочник по радиолокации / М. Скольник. - Том 1. -М.: Сов. Радио, 1976. - С. 397-426.

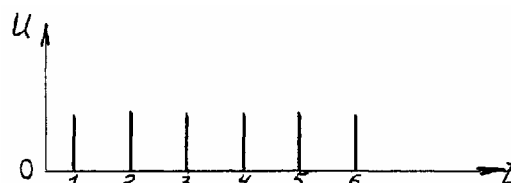
3. Драбкин А.Л. Антенно-фидерные устройства. - М.: Сов. Радио, 1974. - С. 367.



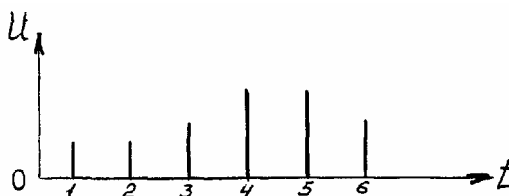
Фиг. 1



Фиг. 2

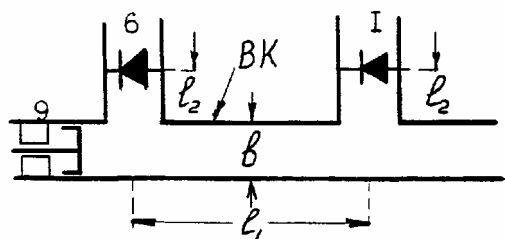


Фиг. 3

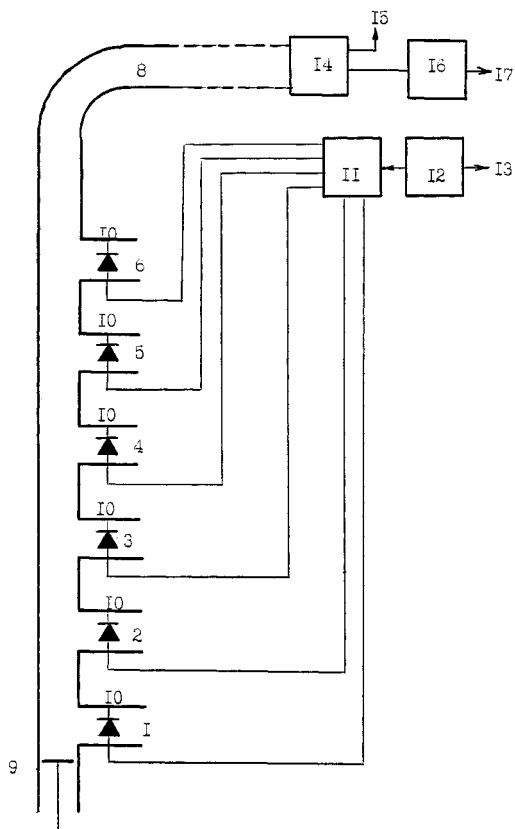


Фиг. 4

BY 6903 C1



Фиг. 6



Фиг. 7