



УКРАЇНА

(19) UA (11) 22432 (13) A

(51) G 01 S 13/00

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23 XII 1993 рПублікується
в редакції заявника

(54) СПОСІБ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ

1

(21) 96062358
 (22) 14.06.96
 (24) 03.03.98
 (46) 30.06.98. Бюл. № 3
 (47) 03.03.98
 (56) 1. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации. – М.: Радио и связь, 1983. – С. 205.
 2. Кутаков П.В., Лавров А.А., Червяков И.Н. Радиолокационный скоростной портрет на базе двухантенной РСА//Радиотехника. – 1995. – № 11. – С. 73.
 3. Радиолокационные станции с цифровым синтезированием апертуры антенны (В.Н.Антипов, Т.В.Горяинов и др.) Под ред. В.Т.Горяинова. – М.: Радио и связь, 1988. – С. 51–52, 61–62 (прототип).
 4. Цифровые радиоприемные системы: Справочник (М.И.Жодзишский, Р.Б.Мазепа и др.) Под ред. М.И.Жодзишского. – М.: Радио и связь, 1990. – С. 50–51.
 (72) Слюсар Вадим Іванович
 (73) Іванов Геннадій Семенович
 (57) 1. Способ обнаружения целей, заключающийся в том, что излучают зондирующие импульсные сигналы, принимают отраженные сигналы, усиливают, производят их аналого-цифровое преобразование, осуществляют суммирование оцифрованных напряжений сигналов, запоминают результаты суммирования, осуществляют их межпериодную обработку, например, путем дискретного преобразования Фурье (ДПФ), производят обнаружение целей по откликам синтезированных частотных фильтров, отличающийся тем, что суммирование оцифрованных напряжений сигналов осуществляют в пределах каждого периода повторения, причем протяженность

2

интервалов суммирования устанавливают переменной по дальности с таким расчетом, чтобы на предельной дистанции она была минимальной и возрастала по мере приближения интервала суммирования к началу дальности в пределах, ограниченных условием соблюдения заданных характеристик обнаружения.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что протяженность интервала суммирования изменяют обратно пропорционально четвертой степени дальности до соответствующего участка обнаружения.

3. Способ по любому из пп. 1 и 2, отличающийся тем, что для обнаружения высокоскоростных целей интервалы суммирования назначают со взаимным перекрытием.

4. Способ по любому из пп. 1–3, отличающийся тем, что суммирование отсчетов напряжений сигналов осуществляют в два этапа, причем протяженность интервала суммирования на первом этапе устанавливают постоянной для всей дальности и не превышающей по величине длительности зондирующего импульса, результаты такого суммирования запоминают для последующей межпериодной обработки при решении измерительных задач, а в рамках второго этапа накапливают результаты предыдущего суммирования с переменным по дальности интервалом и используют их для межпериодной обработки в интересах обнаружения.

5. Способ по п. 4, отличающийся тем, что суммирование отсчетов напряжений сигналов на первом этапе в случае комплексных видеосигналов осуществляют в соответствии с выражением

(19) UA (11) 22432 (13) A

$$dU^c = \sum_{s=1}^N U_s^c; \quad U^s = \sum_{s=1}^N U_s^s;$$

где S – порядковый номер отсчета;

N – протяженность интервала суммирования в отсчетах АЦП.

6. Способ по п. 4, отличающийся тем, что аналого-цифровое преобразование напряжений отраженных сигналов, в случае вещественных узкополосных радиоимпульсов, осуществляют через нечетное число четвертей периода заполняющих сигнал колебаний, а суммирование полученных таким образом отсчетов напряжений сигналов на первом этапе производят в соответствии с выражением

$$U^c = \sum_{s=1}^N U_s \cdot \cos \frac{\pi}{2} \cdot S;$$

$$U^s = \sum_{s=1}^N U_s \cdot \sin \frac{\pi}{2} \cdot S.$$

где S – порядковый номер отсчета.

Изобретение относится к области радиотехники, в частности импульсной радио-, гидролокации, и может быть использовано в импульсных РЛС (гидролокаторах) с цифровой обработкой сигналов для обнаружения целей.

Известные способы обнаружения [1] предполагают принятие решения о наличии или отсутствии цели в отношении каждого элемента разрешения по дальности. Преимуществом такого подхода является возможность осуществления одновременно с обнаружением грубого измерения дальностей целей (с точностью до элемента разрешения). Однако при осуществлении межпериодной обработки эхосигналов в случае большого количества элементов разрешения такой подход сопровождается значительными временными затратами на обзор пространства и накладывает ограничения на допустимую скорость движения пеленгуемых объектов, сводящиеся к тому, чтобы за время межпериодного накопления таковые не перемещались из одного элемента разрешения в другой.

Известен способ обнаружения целей [2], заключающийся в том, что излучают зондирующие импульсные сигналы, принимают отраженные сигналы, усиливают, произво-

7. Способ по п. 4, отличающийся тем, что суммирование отсчетов напряжений сигналов на первом этапе, в случае комплексных узкополосных радиоимпульсов, выполняют в соответствии с выражением

$$U^c = \sum_{s=1}^N [U_s^c \cos \omega \Delta t \cdot S + U_s^s \sin \omega \Delta t \cdot S];$$

$$U^s = \sum_{s=1}^N [U_s^s \cos \omega \Delta t \cdot S + U_s^c \sin \omega \Delta t \cdot S].$$

ω – частота заполняющих сигнал колебаний в отсутствие проявлений доплеровского эффекта,

Δt – период дискретизации АЦП.

8. Способ по любому из пп. 1–7, отличающийся тем, что по мере удаления участка обнаружения от РЛС изменяют размер межпериодного накопления сигналов (количество точек ДПФ (БПФ)).

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100

дят их аналого-цифровое преобразование, запоминают оцифрованные отсчеты напряжений, осуществляют их межпериодную обработку, например, путем дискретного преобразования Фурье, производят обнаружение целей по откликам синтезированных частотных фильтров. Данный способ позволяет использовать цифровые методы обработки сигналов при их обнаружении. Однако недостатком его является еще более значительные временные затраты на обнаружение, если на элемент разрешения приходится несколько отсчетов АЦП, поскольку принятие решения о наличии цели должно приводиться по каждому из них.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является способ обнаружения целей [3], заключающийся в том, что излучают зондирующие импульсные сигналы, принимают отраженные сигналы усиливают, производят их аналого-цифровое преобразование, осуществляют суммирование оцифрованных напряжений сигналов через период зондирования, запоминают результаты суммирования в каждом периоде повторения, осуществляют их межпериодную обработку, например, путем дискретного преобразования Фурье (ДПФ), производят обнаружение целей по откликам синтезированных частотных фильтров

Способ-прототип, если его интерпретировать применительно к стационарным РЛС, выполняя суммирование отсчетов АЦП через период дискретизации, позволяет сократить время обнаружения целей по сравнению с известными аналогами, однако временные затраты все еще будут оставаться значительными, поскольку суммирование отсчетов АЦП предусмотрено в [3] в пределах не более 3-4 элементов разрешения.

С учетом сказанного в основу заявляемого изобретения положена задача усовершенствования обнаружения целей при цифровой обработке сигналов для достижения технического результата, состоящего в сокращении времени обзора и аппаратурных затрат.

Сущность заявляемого изобретения заключается в том, что излучают зондирующие импульсные сигналы, принимают отраженные сигналы, усиливают, производят их аналого-цифровое преобразование, осуществляют суммирование оцифрованных напряжений сигналов, запоминают результаты суммирования в каждом периоде повторения, осуществляют их межпериодную обработку, например, путем дискретного преобразования Фурье (ДПФ), производят обнаружение целей по откликам синтезированных частотных фильтров и отличается тем, что суммирование оцифрованных напряжений сигналов осуществляют в пределах каждого периода повторения, причем протяженность интервалов суммирования устанавливают переменной по дальности с таким расчетом, чтобы на предельной дистанции она была минимальной и возрастала по мере приближения интервала суммирования к началу дальности в пределах, ограниченных условием соблюдения заданных характеристик обнаружения.

Поскольку мощность отраженного от цели сигнала на входе приемника изменяется обратно пропорционально четвертой степени дальности, то при практическом выполнении заявляемого способа может быть использован его вариант, когда протяженность интервала суммирования изменяют обратно пропорционально четвертой степени дальности до соответствующего участка обнаружения.

При высоких скоростях целей существует опасность, что за время межпериодной обработки они переместятся из одного интервала суммирования в другой, что приведет к ухудшению качества обнаружения. Поэтому для исключения таких ситуаций целесообразно интервалы суммирования назначать со взаимным перекрытием.

Что касается вариантов конкретной реализации операции суммирования отсчетов напряжений сигналов, то их может быть несколько.

В частности, возможен вариант, когда суммирование отсчетов напряжений сигналов осуществляют в два этапа, причем протяженность интервала суммирования на первом этапе устанавливается постоянной для всей дальности и не превышающей по величине длительность зондирующего импульса, результаты такого суммирования запоминают для последующей межпериодной обработки при решении измерительных задач, а в рамках второго этапа накапливают результаты предыдущего суммирования с переменным по дальности интервалом и используют их для межпериодной обработки в интересах обнаружения.

Следующие варианты выполнения заявляемого способа отличаются содержанием операции суммирования отсчетов напряжений сигналов на первом этапе рассмотренного выше двухэтапного накопления.

Так, в случае комплексных видеоимпульсов, суммирование отсчетов напряжений сигналов на первом этапе осуществляют в соответствии с выражением:

$$U^c = \sum_{s=1}^N U_s^c; \quad U^s = \sum_{s=1}^N U_s^s;$$

где S – порядковый номер отсчета;

N – протяженность интервала суммирования в отсчетах АЦП.

Для вещественных узкополосных радиоимпульсов аналого-цифровое преобразование напряжений отраженных сигналов осуществляют через нечетное число четвертей периода заполняющих сигнал колебаний, а суммирование полученных таким образом отсчетов напряжений сигналов на первом этапе производят в соответствии с выражением:

$$U^c = \sum_{s=1}^N U_s \cdot \cos \frac{\pi}{2} \cdot S;$$

$$U^s = \sum_{s=1}^N U_s \cdot \sin \frac{\pi}{2} \cdot S.$$

где S – порядковый номер отсчета.

При использовании комплексных узкополосных радиоимпульсов, суммирование отсчетов напряжений сигналов на первом этапе выполняют в соответствии с выражением:

$$U^c = \sum_{s=1}^N [U_s^c \cos \omega \Delta t \cdot S + U_s^s \sin \omega \Delta t \cdot S];$$

$$U^c = \sum_{s=1}^N [U_s^c \cos \omega \Delta t \cdot S + U_s^s \sin \omega \Delta t \cdot S]. \quad 5$$

где ω — частота заполняющих сигнал колебаний в отсутствие проявлений доплеровского эффекта;

Δt — период дискретизации АЦП.

Дальнейшее развитие предлагаемого изобретения состоит в том, что по мере удаления от РЛС изменяться могут не только пределы внутрипериодного суммирования отсчетов АЦП (протяженность зоны), но и размер межпериодного накопления (ДПФ) БПФ. В основе такого варианта лежит тот факт, что по целям, находящимся на большом удалении, существует определенный резерв времени, которого не хватает в ближней зоне. К тому же, сигналы удаленных объектов нуждаются в большем накоплении для достижения приемлемой энергетики.

После обнаружения целей в какой-либо из зон и различения их по частоте, в том числе на основе сверхрелеевого разрешения, могут определяться угловые координаты источников. На этапе измерения остается лишь уточнить информацию, полученную в режиме обнаружения и определить удаление целей, сформировав в пределах интересующих участков дальности полный набор частотных фильтров по каждому отсчету АЦП или их сумме. При этом может использоваться тот же аппаратный блок (ДПФ) БПФ, что и в режиме обнаружения, без увеличения аппаратных затрат.

15 При практическом выполнении заявляемого способа в качестве аналого-цифрового преобразователя могут быть использованы быстродействующие микросхемы, производимые, например, фирмой "Analog Dives
20 Ins".

Что касается устройств, реализующих суммирование, то в качестве таковых можно задействовать накопители вида [4].

Упорядник

Техред М.Келемеш

Коректор О.Кравцова

Замовлення 4487

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкри́те акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101