

Сверхкороткоимпульсный радиолокационный датчик для системы посадки БПЛА

А.В. Кочетов

АО «НПП «Радар ммс», Россия 197375, г. Санкт-Петербург, ул. Новосельковская, д.37, лит. А, orienta@inbox.ru

Представлен сверхкороткоимпульсный радиолокационный датчик для системы посадки беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с управляемой поляризацией излучения и приема электромагнитных волн. Антенная система радиолокационного датчика построена по технологии ММО и позволяет формировать на излучение и прием несколько видов линейной поляризации электромагнитной волны. Датчик предназначен для анализа характеристик рассеяния подстилающей поверхности непосредственно под БПЛА, формирования радиолокационного изображения и распознавания потенциально опасных неровностей при заходе на посадку.

Введение

Представление о характеристиках подстилающей поверхности, на которую производится посадка БПЛА, может быть получена при помощи радиолокационных средств дистанционного зондирования. Для более полной детализации радиолокационной информации о подстилающей поверхности в технологии георадаров используются сверхширокополосные зондирующие сигналы и антенны [1]. При этом поляризационная информация о характеристиках рассеяния подстилающей поверхности, как правило, не учитывается. Вместе с тем именно поляризационная информация о характеристиках рассеяния цели на фоне подстилающей поверхности предоставляет дополнительную информацию об отраженном сигнале и дает представление о степени возможной опасности при посадке БПЛА.

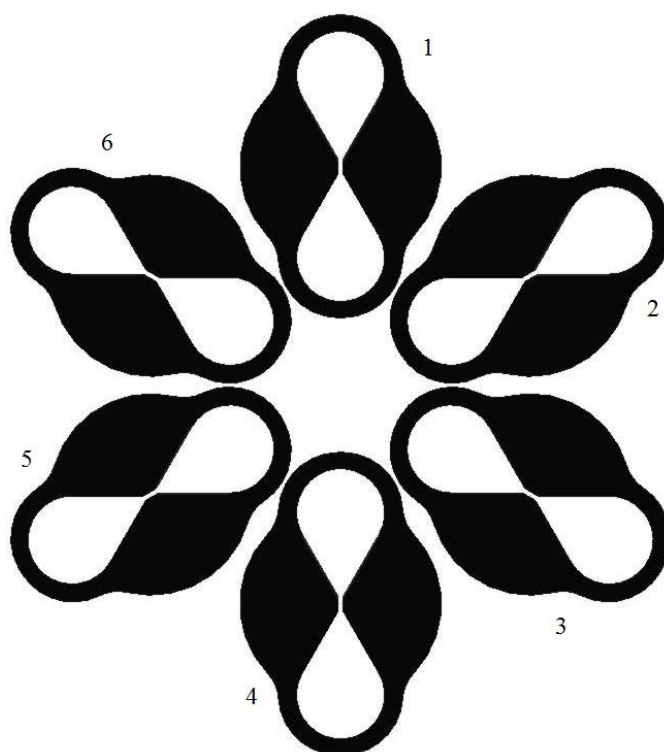
В БПЛА используются радары с ЛЧМ модуляцией зондирующих сигналов. Такие радары позволяют определить высоту над подстилающей поверхностью, скорость сближения с поверхностью, амплитудные и фазовые характеристики отраженных сигналов. Поляризационные характеристики радиолокационных сигналов не используются. Кроме того, радары с ЛЧМ модуляцией имеют достаточно высокую мощность излучения непрерывного сигнала, а, значит, они хорошо заметны в радиочастотном диапазоне для систем РЭБ.

Георадарные технологии используют сверхширокополосные сверхкороткоимпульсные сигналы. При возбуждении антенной системы сверхкороткими импульсами происходит излучение в свободной пространство импульсных электромагнитных колебаний короткой длительности во времени: 100-200 пс. Спектральный состав излучаемых импульсов электромагнитных волн соответствует рабочей полосе частот подводимого импульсного сигнала [2]. За счет большой скважности импульсного излучения такие сигналы практически трудно обнаружить и, соответственно, запеленговать. В тоже время, анализируя отраженный от подстилающей поверхности радиосигнал, появляется возможность интерпретировать радиолокационную информацию в широкой полосе частот и с учетом поляризационных свойств излучаемого и принимаемого сигналов.

Ниже представлен проект антенны радиолокационного датчика для системы посадки в программе XFDTD, результаты компьютерного моделирования, результаты расчета поляризационных параметров отраженных сигналов.

Внешний вид антенной системы сверхкороткоимпульсного радиолокационного датчика

На рис. 1 показан внешний вид антенной системы радиолокационного датчика для системы посадки БПЛА. Антенная система радиолокационного датчика состоит из 3-х передающих антенн и 3-х приемных антенн линейной поляризации, ориентированных под углом 120° относительно друг друга. Такое расположение антенн позволяет получить информацию для расчета поляризационной матрицы рассеяния цели (ПМРС) и произвести распознавание целей по поляризационным признакам.



**Рис. 1. Антенная система радиолокационного датчика.
1, 3, 5 – передающие антенны;
2, 4, 6 – приемные антенны.**

На рис. 2 приведена блок-схема сверхкороткоимпульсного радиолокационного датчика системы посадки БПЛА.

Передающие и приемные антенны работают в коммутируемом режиме. Передающие антенны подключены каждая к своему передатчику СКИ. Приемные антенны через коммутатор подключены к одному приемному устройству. Выход приемного устройства подключен к аналого-цифровому преобразователю (АЦП) и далее по интерфейсу Ethernet с устройством обработки радиолокационных данных, выполненного на основе персонального компьютера (ПК).

Антенная система формирует на излучение электромагнитную волну линейной поляризации трех видов: вертикальная 0° , наклонная $+120^\circ$, наклонная -120° .

На прием антенная система формирует электромагнитную волну линейной поляризации трех видов: наклонная $+60^\circ$, вертикальная 180° , наклонная -60° .

Запуск передатчиков СКИ и прием отраженных сигналов синхронизирован по времени таким образом, что на вход ПК последовательно во времени поступают сигналы, отраженные от радиолокационно-контрастных целей и подстилающей поверхности. С учетом момента запуска передатчиков СКИ, величины временной

задержки импульсов передатчика и весовой обработки отраженных сигналов в ПК реализуется алгоритм формирования откликов цели на поляризационное зондирование подстилающей поверхности в объеме поляризационной матрицы рассеяния цели (ПМРЦ). Принцип формирования СКИ сигналов круговой поляризации на излучение приведен в [3]. Аналогичным образом с учетом весовой обработки сигналов на ПК производится прием откликов СКИ сигналов от цели на заданных видах поляризации: круговая, вертикальная 0° , наклонная $+45^\circ$ и др.

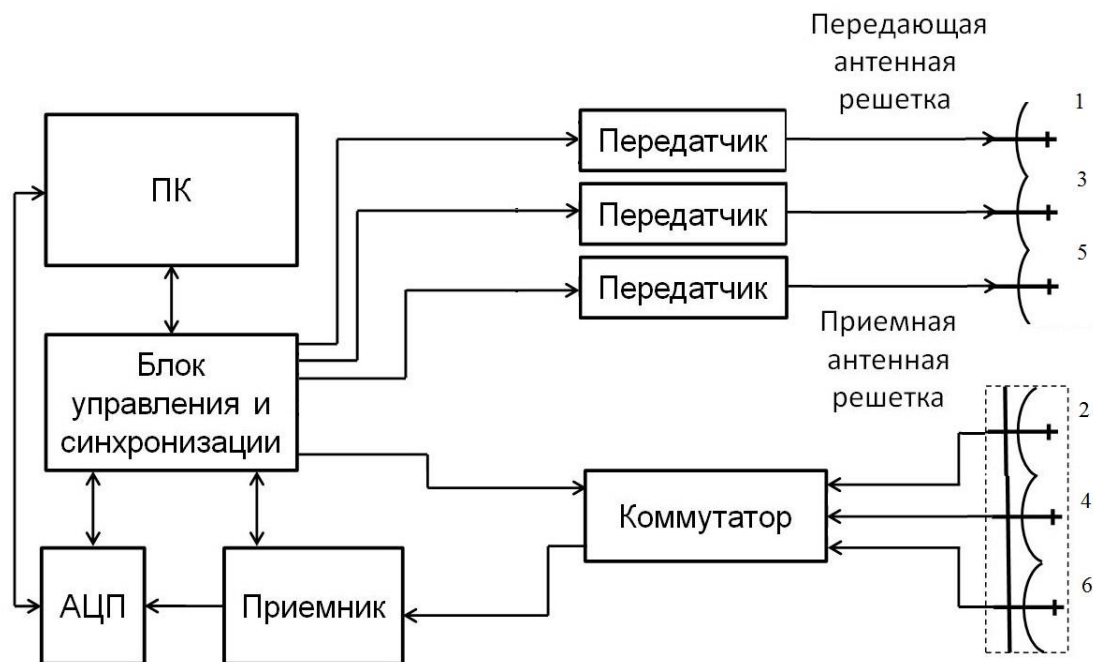


Рис. 2. Блок-схема сверхкороткоимпульсного радиолокационного датчика системы посадки БПЛА.

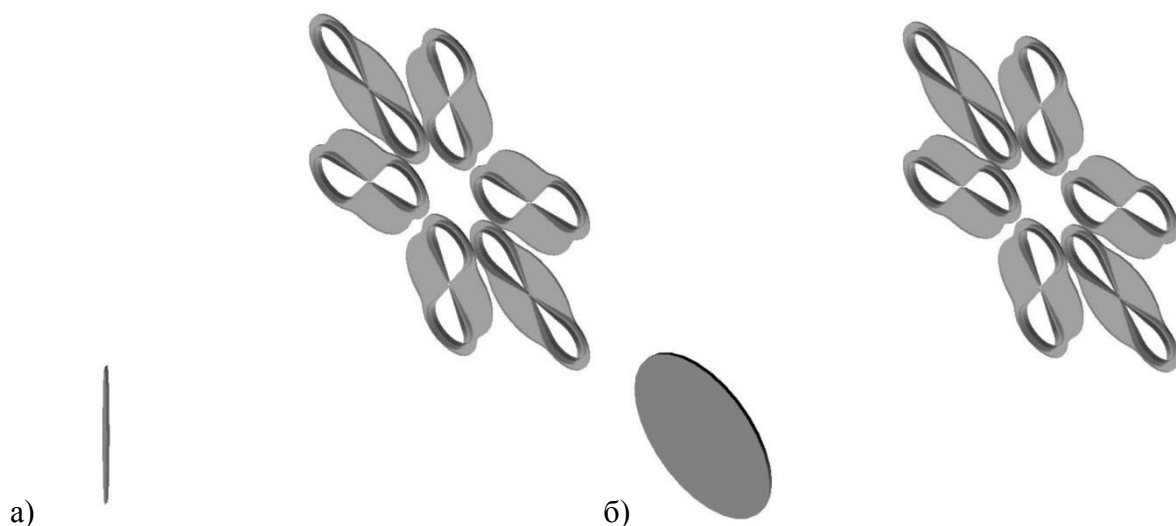


Рис. 3. Электродинамическая модель формирования сигнала, отраженного целью в виде вибратора и диска.

На рис. 3 а) приведена электродинамическая модель формирования сигнала, отраженного целью в виде одиночного вибратора. Вибратор расположен под углом 0° относительно линии визирования, то есть сигнал, отраженный вибратором имеет линейную вертикальную поляризацию отраженной электромагнитной волны. На рис. 3

б) приведена такая же модель для формирования сигнала, отраженного плоской поверхностью (диском). В этом случае можно наблюдать формирование сигнала круговой поляризации отраженной электромагнитной волны.

Результаты моделирования и расчетов

На рис. 4 приведены эюры сигналов, полученные после расчета поляризационной матрицы рассеяния диска. Эюры сигналов получены для кругового поляризационного базиса.

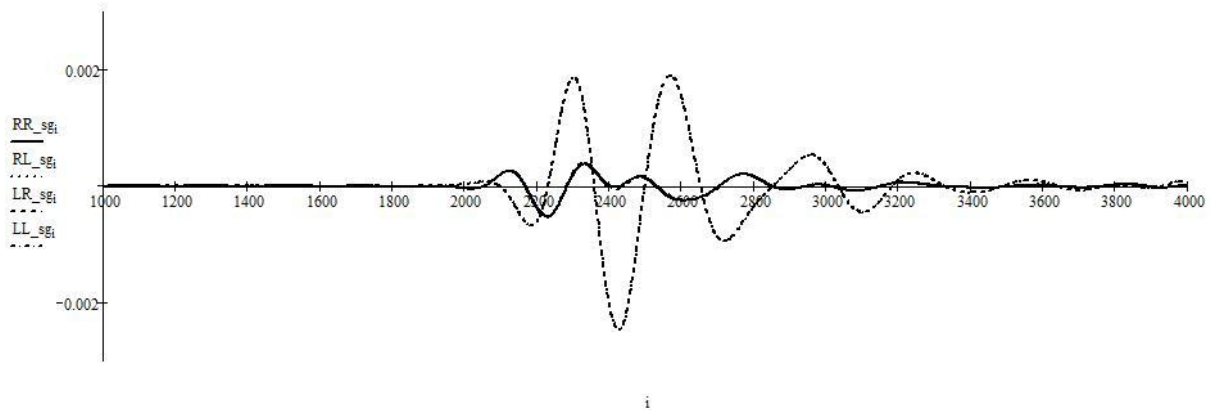


Рис. 4. Эюры сигналов поляризационной матрицы рассеяния диска.

На рис. 5 приведены эюры сигналов, полученные после расчета поляризационного отношения поляризационной матрицы рассеяния диска. Эюры сигналов получены для кругового поляризационного базиса. расчетных сигналов не хуже -20 дБ.

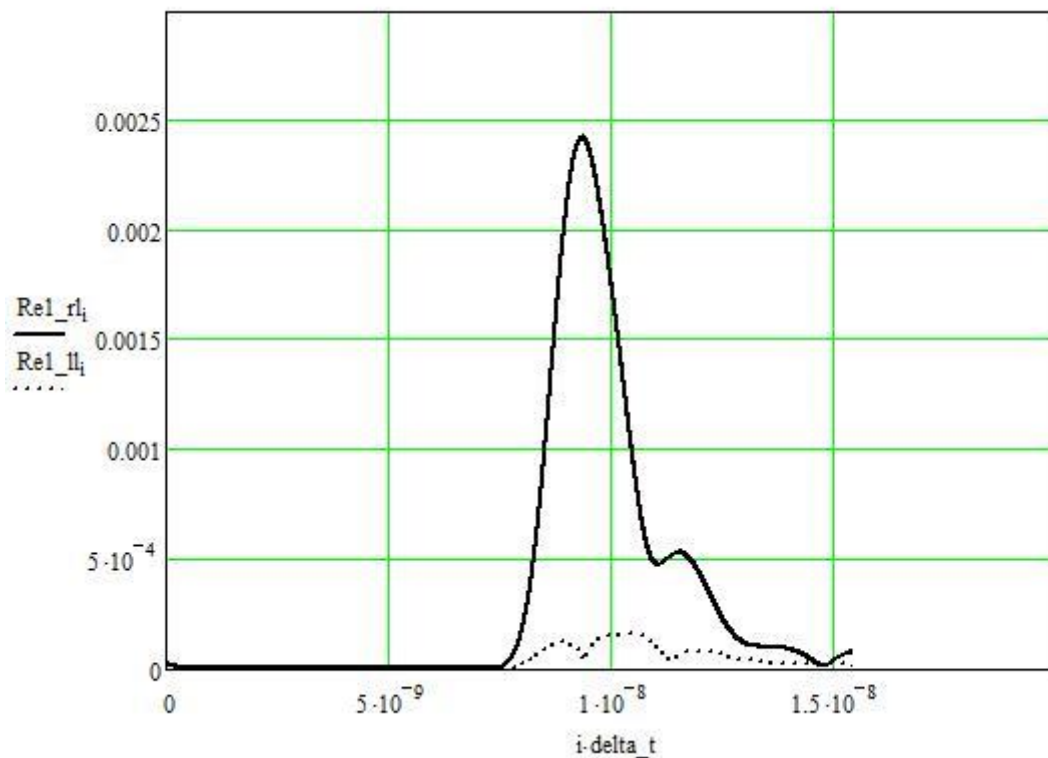


Рис. 5. Эюры сигналов поляризационного отношения сигналов матрицы рассеяния диска.

По результатам расчета отраженные сигналы могут быть пересчитаны в любой другой поляризационный базис. Например, базис линейных поляризаций вертикаль-горизонталь, наклонный базис линейных поляризаций $\pm 45^\circ$ и др. На рис 6. представлен расчет сигналов в квадратурном приемном базисе круговых поляризаций ПМРЦ, - в этом случае приемный базис круговых поляризаций развернут на $+90^\circ$ относительно передающего.

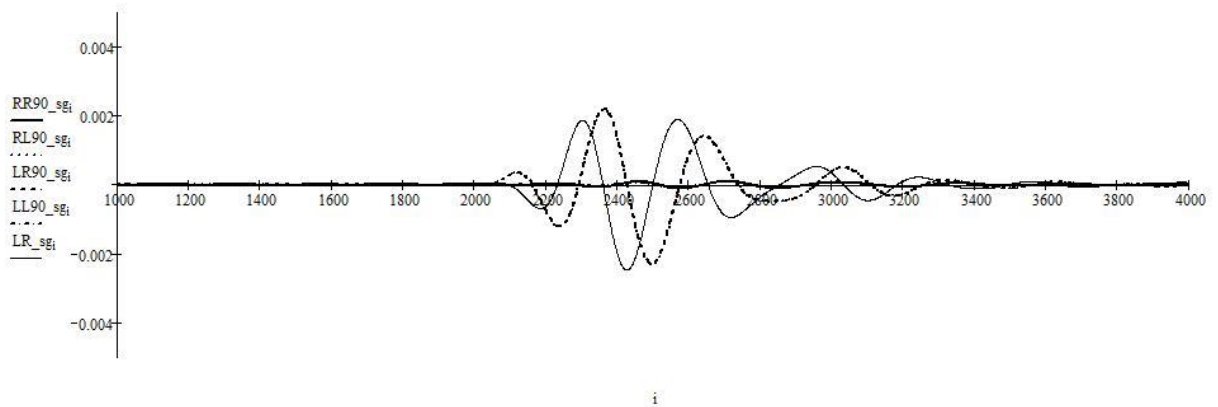


Рис. 6. Эпюры сигналов квадратурного поляризационного базиса матрицы рассеяния диска.

Заключение

Представленная модель антенной системы сверхкороткоимпульсного радиолокационного датчика системы посадки БПЛА позволяет получить сигналы рассеянные радиолокационно-контрастными целями и подстилающей поверхностью в объеме поляризационной матрицы рассеяния. Это существенно повышает информативность отраженных радиолокационных сигналов, сформированных генераторами СКИ. Такая система может анализировать характер отражений от опасных объектов, находящихся в зоне посадки БПЛА, идентифицировать по характеру ПМРЦ, выбирать безопасные участки поверхности для посадки БПЛА.

Литература

1. Филькенштейн М.И., Мендельсон В.Л., Кутев В.А. Радиолокация слоистых земных покровов. Под. ред. М. И. Филькенштейна. М., «Сов. радио», 1977.
2. James D. Taylor, Ultrawideband Radar: Application and Design. CRC Press, 2012
3. Патент 2431224 РФ, МПК Н 01 Q 21/24. Сверхширокополосная антенна / Борисов Е.Г., Головачев М.В., Кочетов А.В., Миронов О.С.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Северо-западный государственный заочный технический университет" (СЗТУ). - № 2010112908/07; заявл. 02.04.2010; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 28.