Перечень сокращений

|  |  |
| --- | --- |
| БРЛС | - бортовая радиолокационная станция |
| ДНА | - диаграмма направленности антенны |
| ЗС | - зондирующий сигнал |
| ЗМ | - закон модуляции |
| ЛА | - летательный аппарат |
| ПБО | - переднебоковой обзор |
| ПП | - подстилающая поверхность |
| РЛИ | - радиолокационное изображение |
| СА | - синтезированная апертура антенны |
| ТО | - телескопический обзор |
| ТТХ | - тактико-технические характеристики |
| ФЦА | - фазовый центр антенны |
| ЭПР | - эффективная поверхность рассеивания |

## Алгоритм формирования радиолокационного изображения для БРЛС в режиме «воздух-поверхность»

Радиолокационное изображение БРЛС, функционирующее в режиме «воздух-поверхность» рассчитывается в соответствии с алгоритмом RDA (Range Dopler Algorithm), который заключается в последовательном выполнении прямых и обратных преобразований Фурье и временного сжатия над двумерным сигналом БРЛС, накопленным на интервале синтезирования. Кроме того алгоритм учитывает коррекцию миграции дальности для устранения перехода целей в соседние стробы по дальности. Алгоритм позволяет сформировать радиолокационное изображение без учета энергетических соотношений в приемнике.

### Предустановленные параметры

При моделировании отсчетов принятого сигнала, используются предустановленные параметры, обусловленные характеристиками БРЛС, видом обзора земной поверхности, а также характеристиками конкретного типа цели. Перечень используемых параметров представлен в таблице 1.1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица | | 1.1 | – Предустановленные параметры моделирования | | | | |
| **№** | **Обозначение** | | | **Ед. изм.** | **Значение** | **Название** |
| 1 |  | | | м | 0,0,6000 | Прямоугольные координаты ФЦА БРЛС в момент времени синтезирования |
| 2 |  | | | м | 0, 0, 0 | Координаты центра участка картографирования |
| 3 |  | | | град | 3.0 | Ширина ДНА по азимуту |
| 4 |  | | | град | 3.0 | Ширина ДНА по углу места |
| 5 |  | | | м/с | 350 | Скорость движения носителя БРЛС |
| 6 |  | | | кВт | 10 | Импульсная мощность зондирующего сигнала |
| 7 |  | | | м/c | 3e8 | Скорость распространения ЭМВ |
| 8 |  | | | мкс | 100 | Длительность зондирующего импульса |
| 9 |  | | | МГц | 150 | Ширина спектра зондирующего сигнала |
| 10 |  | | | мс | 3 | Период повторения импульсов |
| 11 |  | | | м | 0.03 | Длина волны зондирующего сигнала |
| 12 |  | | | м | 1.0 | Разрешение по дальности/азимуту |

### Параметры, поступающие на вход алгоритма в процессе моделирования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица | | | 1.2 | – Параметры, поступающие на вход алгоритма в процессе моделирования для *k*-ого зондирования | | | | |
| **№** | **Обозначение** | | | **Ед. изм.** | **Значение** | **Название** | **Откуда поступает** | |
| 1 |  | | | м | Соответствуют текущему пространственному положению БРЛС | Текущее положение БРЛС |  | |
| 2 |  | | | м | Соответствуют текущему положению цели | Массив координат наземной цели по оси X |  | |
| 3 |  | | | м | Соответствуют текущему положению цели | Массив координат наземной цели по оси Y |  | |
| 4 |  | | | м | Соответствуют текущему положению цели | Массив координат наземной цели по оси Z |  | |
| 5 |  | | | м2 | Соответствуют текущему положению значению ЭПР цели | Массив значений среднего ЭПР наземных целей |  | |
| 6 |  | | | усл. ед. | Зависит от исходных условий | Фазовый множитель |  | |
| 7 |  | | | усл. ед. | Зависит от исходных условий | Фазовый множитель |  | |

### Выходные параметры алгоритма

Выходные данные алгоритма приведены в таблице 1.3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица | | | 1.3 | – Выходные данные алгоритма | | | | |
| **№** | **Обознач.** | | | **Ед. изм.** | **Значение** | **Название** | **Куда поступает** | |
| 1 |  | | | усл. ед. | Зависит от исходных условий | Реальная квадратурная составляющая сигнала | В алгоритм формирования принятого сигнала | |
| 2 |  | | | усл. ед. | Зависит от исходных условий | Мнимая квадратурная составляющая сигнала | В алгоритм формирования принятого сигнала | |
| 3 |  | | | м | Зависит от исходных условий | Координаты теней по оси Y | В алгоритм формирования сигнала отраженного от подстилающей поверхности | |
| 4 |  | | | м | Зависит от исходных условий | Координаты теней по оси Y | В алгоритм формирования сигнала отраженного от подстилающей поверхности | |
| 5 |  | | | м | Зависит от исходных условий | Координаты теней по оси X для элементов выше на 2 | В алгоритм формирования сигнала отраженного от подстилающей поверхности | |
| 6 |  | | | м | Зависит от исходных условий | Координаты теней по оси X для элементов выше на 3 | В алгоритм формирования сигнала отраженного от подстилающей поверхности | |

### Описание последовательности выполнения алгоритма

Блок схема алгоритма формирования отраженного от участка картографирования сигнала представлена на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 ‑ Схема алгоритма формирования отраженного сигнала

Последовательность выполнения алгоритма формирования радиолокационного изображения.

1. Чтение данных
2. Расчет наклонной дальности центра участка картографирования



1. Расчет угла отклонения оси главного луча ДНА



1. Расчет длительности интервала синтезирования



1. Расчет количества отсчетов по шкалам медленного и быстрого времени

‑ количество зондирований (число точек по шкале азимута)



‑ протяженность участка картографирования по дальности



‑ времени начала и окончания приема отраженного сигнала



‑ шаг временной развертки по дальности



‑ количество точек в канале дальности



1. Развертка шкалы азимут (вектор отсчетов)



1. Развертка шкалы дальность (вектор отсчетов)



1. Комплексная матрица принятых на интервале синтезирования сигналов



Каждая строка данной матрицы представляет собой временную развертку по дальности.

1. Демодуляция принятого сигнала. Проводится с целью вычитания сигнала на средней доплеровской частоте.

Частота опорного сигнала для демодуляции определяется значением угла отклонения оси главного луча ДНА



Опорный сигнал определяется во временной области «медленного» времени



Демодуляция выполняется поэлементным умножением опорного сигнала и каждого столбца матрицы принятого сигнала



1. Сжатие по дальности. Выполняется сверткой каждой строки матричного сигнала с опорным сигналом в частотной области

Опорный сигнал определяется как зондирующий ЛЧМ импульс на видеочастоте, отраженный от центра участка картографирования





Временная развертка с учетом времени запаздывания сигнала, отраженного от центра участка картографирования



Преобразование Фурье опорного сигнала позволяет получить его спектр



Построчное (по дальности) преобразование Фурье матрицы демодулированного сигнала позволит перейти от матрицы с разверткой «*время ‑ время*» к развертке «*время – частота*»



Построчная свертка в частотной области



 ‑ операция комплексного сопряжения

Обратное преобразование Фурье по шкале дальности необходимо для возврата к развертке матричного сигнала «*время-время*»



1. Преобразование Фурье по азимуту матричного сигнала после свертки по дальности для перехода к развертке «*частота-время*»



1. Коррекция миграции дальности выполняется над матричным сигналом с разверткой «частота-время»



1. Свертка сигнала по азимуту выполняется в частотной области для азимутальной развертки матричного сигнала после коррекции миграции дальности

Опорный сигнал



Спектр опорного сигнала



Свертка матричного сигнала по азимуту в частотной области (развертка «*частота-время*»)



1. Финальное радиолокационное изображение в развертке «*время-время*»

