

УДК 621.391

АЛГОРИТМЫ 3D-РАДИОВИДЕНИЯ В БОРТОВОЙ ДОПЛЕРОВСКОЙ РЛС***КЛОЧКО В. К.***Рязанский государственный радиотехнический университет,
Россия, Рязань, 390005, ул. Гагарина, д. 59/1*

Аннотация. Предложены алгоритмы оценивания координат элементов земной поверхности в системе 3D-радиовидения на базе бортовой доплеровской РЛС маловысотного полета. Показана применимость алгоритмов методом компьютерного моделирования

Ключевые слова: радиолокация; 3D-изображение; доплеровская фильтрация; оценки координат; маловысотный полет

ВВЕДЕНИЕ

В конце 90-х годов возникла концепция информационного обеспечения маловысотного полета (МВП) на базе бортовой РЛС [1], направленная на повышение безопасности такого полета в условиях сложного рельефа местности. Возможность увидеть препятствия по курсу полета достигалась, в основном, формированием узкой диаграммы направленности антенны (ДНА) по азимуту и ее сканированием в режиме реального луча. Однако увидеть детальное изображение препятствий в таком режиме невозможно. Появился ряд работ, посвященных сверхразрешению на основе методов восстановления изображений при сканировании ДНА, например [2]. Но эффект повышения разрешающей способности по угловым координатам за счет восстановления оказался небольшим — не более чем в 3 раза.

Радиовидение на базе бортовой доплеровской РЛС в режиме доплеровского «обужения

луча» (ДОЛ) [3] позволяет повысить угловое разрешение в десятки раз и сформировать детальное двумерное амплитудное радиолокационное изображение (2D-РЛИ) местности в координатах дальность–доплеровская частота. В режиме ДОЛ возможно также сформировать трехмерное РЛИ (3D-РЛИ) и карту высот [4], однако погрешность измерения высоты соизмерима с линейной шириной ДНА по углу места.

Известно несколько подходов к формированию матрицы высот рельефа местности [3], которые возможно применить в доплеровской РЛС. Это использование высокоточной интерферометрической системы, формирование матрицы высот за счет сканирования по углу места, измерение высоты с помощью радиолокационной тени. Анализ этих подходов на алгоритмическом уровне показывает необходимость применения специальных процедур для пространственного совмещения двух (интер-

* Работа выполнена при поддержке гранта РШ-7116.2016.8.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самарин О. Ф. Концепция выполнения мало-высотного полета летательных аппаратов с помощью автономных БРЛС / О. Ф. Самарин, В. В. Курилкин // Радиотехника. — 1998. — № 4. — С. 50–54.
2. Клочко В. К. Повышение разрешающей способности РЛС по азимуту и углу места путем восстановления радиолокационного изображения / В. К. Клочко // Радиоэлектроника. — 2006. — Т. 49, № 5. — С. 66–71. — (Известия вузов). — Режим доступа : <http://radio.kpi.ua/article/view/S0021347006050086>.
3. Кондратенков Г. С. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли : учеб. пособие для вузов / Г. С. Кондратенков, А. Ю. Фролов ; под ред. Г. С. Кондратенкова. — М. : Радиотехника, 2005. — 368 с.
4. Клочко В. К. Математические методы восстановления и обработки изображений в радиотеплооптоэлектронных системах / В. К. Клочко. — Рязань : РГРТУ, 2009. — 228 с.
5. Клочко В. К. Алгоритм многоканальной обработки при синтезировании апертуры / В. К. Клочко, В. И. Мойбенко // Радиоэлектроника. — 2010. — Т. 53, № 9. — С. 62–64. — (Известия вузов). — Режим доступа : <http://radio.kpi.ua/article/view/S0021347010090104>.
6. Клочко В. К. Методы формирования трехмерных изображений поверхности в бортовых системах радиовидения / В. К. Клочко // Автометрия. — 2009. — Т. 45, № 1. — С. 23–33. — Режим доступа : http://www.iae.nsk.su/images/stories/5_Autometria/5_Archives/2009/1/03.pdf.
7. Финкельштейн М. И. Основы радиолокации : Учебник для вузов / М. И. Финкельштейн. — М. : Радио и связь, 1983. — 536 с.