

УДК 621.376.3(075.8)

ББК 32.95

Л12

Рецензенты: *А.С. Крюковский, И.И. Пахомов*

Лабунец Л. В.

Л12 Цифровое моделирование оптических отражательных характеристик целей в режиме реального времени : учеб. пособие / Л. В. Лабунец. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. — 211, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-3736-8

В пособии представлен программный комплекс цифрового моделирования в режиме реального времени характеристик заметности целей в лазерных и инфракрасных локационных системах. Рассмотрены статистические, структурные и алгебраические методы, методики и алгоритмы формирования цифровых моделей отражательных и излучательных характеристик 3D-объектов в системах оптической локации. На основе современных методов интеллектуального анализа данных предложено решение важных практических задач сжатия информации, полученной в результате имитационного цифрового моделирования, а также формирования информативных признаков для распознавания и классификации целей. Комплекс гарантирует требуемую адекватность получаемых данных и позволяет заменить дорогостоящие полигонные измерения универсальным и гибким вычислительным экспериментом.

Для студентов старших курсов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 220400 «Управление в технических системах», а также для аспирантов и научных работников.

УДК 621.376.3(075.8)

ББК 32.95

ISBN 978-5-7038-3736-8

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАМЕТНОСТИ 3D-ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМАХ ОПТИЧЕСКОЙ ЛОКАЦИИ	7
1.1. ПЕРЕХОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ИМПУЛЬСНАЯ ЭФФЕКТИВНАЯ ПЛОЩАДЬ РАССЕЯНИЯ ЦЕЛИ В ОДНОПОЗИЦИОННЫХ ЛАЗЕРНЫХ ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	8
1.2. ПЕРЕХОДНАЯ ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕЛИ В ДВУХПОЗИЦИОННЫХ ЛАЗЕРНЫХ СИСТЕМАХ НАВЕДЕНИЯ	17
1.3. ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ОТРАЖЕННЫХ ИМПУЛЬСОВ	26
1.4. ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕЛИ В ПАССИВ- НЫХ ИНФРАКРАСНЫХ ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	36
КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ВОПРОСЫ	49
2. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК 3D-ОБЪЕКТОВ	50
2.1. УНИФИЦИРОВАННАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАМЕТНОСТИ ЦЕЛЕЙ В ЛОКАЦИОН- НЫХ СИСТЕМАХ	51
2.2. КОВАРИАЦИОННОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ МНОГОМЕРНОГО ВЕРОЯТНОСТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	62
2.2.1. Кумулянтное описание вероятностного распределения	62
2.2.2. Ковариационное приближение интегральной функции распределения	66
2.2.3. Смесь одномерных распределений с многомерным гауссовским ядром	70
2.2.4. Ковариационное приближение многомерного интеграла вероятностей	75
2.3. СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ОБОБ- ЩЕННЫХ АМПЛИТУДЫ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСНОЙ ЭПР ЦЕЛИ	83
2.4. СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ АМПЛИТУДЫ ИМПУЛЬСНОГО ИКЯ ЦЕЛИ	97
2.4.1. Выборочные статистики импульсного ИКЯ	97

2.4.2. Унифицированное распределение импульсного ИКЯ	101
КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ВОПРОСЫ	104
3. СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК 3D-ОБЪЕКТОВ	106
3.1. ДАЛЬНОСТНЫЙ ПОРТРЕТ ЦЕЛИ В ОДНОПОЗИЦИОННОЙ ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ	107
3.2. МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ИМПУЛЬСНОЙ ЭПР ЦЕЛИ	112
3.3. РЕКОНСТРУКЦИЯ ИМПУЛЬСНОЙ ЭПР ЦЕЛИ В ОДНО- ПОЗИЦИОННОЙ ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ	121
3.3.1. Коррекция временного профиля импульсной ЭПР	122
3.3.2. Структурные составляющие импульсной ЭПР	128
3.3.3. Полигауссовская модель разрывной составляющей переходной характеристики цели	133
3.4. АНАЛИЗ НЕПРЕРЫВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕЛИ МОДИФИЦИРОВАННЫМ МЕТО- ДОМ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ	139
3.4.1. Статистики непрерывной составляющей переходной характеристики	140
3.4.2. Метод главных компонент	144
3.4.3. Компромиссное решение	147
3.4.4. Численный эксперимент	149
3.5. ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ РАЗРЫВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕЛИ	157
КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ВОПРОСЫ	162
4. АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК 3D-ОБЪЕКТОВ	164
4.1. СИНТЕЗ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЦЕЛИ МЕТОДАМИ РЕКОНСТРУКТИВНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТОМОГРАФИИ	164
4.2. АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ 3D-ОБЪЕКТА	179
КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ВОПРОСЫ	197
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Производные формирующего распределения	198
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Модифицированный ЕМ-алгоритм	202
ЛИТЕРАТУРА	205