

В.Ф. Кравченко

В.И. Луценко

И.В. Луценко

**РАССЕЯНИЕ
РАДИОВОЛН МОРЕМ
И ОБНАРУЖЕНИЕ
ОБЪЕКТОВ НА ЕГО ФОНЕ**



В.Ф. Кравченко

В.И. Луценко

И.В. Луценко

РАССЕЯНИЕ
РАДИОВОЛН МОРЕМ
И ОБНАРУЖЕНИЕ
ОБЪЕКТОВ НА ЕГО ФОНЕ



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2015

УДК 537.86 + 621.371; 621.396

ББК 22.331; 22.336; 32.95

К 78

Кравченко В.Ф., Луценко В.И., Луценко И.В. **Рассеяние радиоволн морем и обнаружение объектов на его фоне.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 448 с. — ISBN 978-5-9221-1613-8.

В монографии рассмотрена проблема обнаружения малоскоростных малоразмерных объектов на фоне пассивных помех от морской поверхности. Приведены характеристики обратного рассеяния радиоволн морем, надводными объектами в сантиметровом и миллиметровом диапазонах волн, необходимые для разработки перспективных РЛС освещения надводной обстановки, анализа технических характеристик существующих систем. Используются новые методы описания негауссовых процессов с применением атомарных функций Кравченко. Рассмотрены методы оценки характеристик радиотехнических систем в условиях влияния на них нестационарных негауссовых помех.

Книга предназначена научным работникам и специалистам, занимающимся исследованиями обратного рассеяния радиоволн, а также работающим в области миллиметровой радиолокации. Будет также полезна студентам и преподавателям соответствующих учебных заведений.

КРАВЧЕНКО Виктор Филиппович

ЛУЦЕНКО Владислав Иванович

ЛУЦЕНКО Ирина Владиславовна

РАССЕЯНИЕ РАДИОВОЛН МОРЕМ

И ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ЕГО ФОНЕ

Редактор *Е.С. Артоболевская*

Оригинал-макет: *В.В. Затекин*

Оформление переплета: *Д.Б. Белуха*

Подписано в печать 03.08.2015. Формат 60×90/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 28. Уч.-изд. л. 30,8. Тираж 100 экз. Заказ № 5814

Издательская фирма «Физико-математическая литература»

МАИК «Наука/Интерпериодика»

117342, Москва, ул. Бутлерова, 17Б

E-mail: fizmat@maik.ru, imlsale@maik.ru; <http://www.fml.ru>

Отпечатано способом ролевой струйной печати

в АО «Первая Образцовая типография»

Филиал «Чеховский Печатный Двор»

142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д.1

Сайт: www.chpd.ru, E-mail: sales@chpd.ru

тел. 8(499)270-73-59

ISBN 978-5-9221-1613-8



9 785922 116138

© ФИЗМАТЛИТ, 2015

© В.Ф. Кравченко, В.И. Луценко,
И.В. Луценко, 2015

ISBN 978-5-9221-1613-8

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Перечень условных сокращений и обозначений	8
Введение	12
Глава 1. Рассеяние радиоволн морем	15
1.1. Теория обратного рассеяния СВЧ поверхностью моря	15
1.2. Экспериментальные исследования интенсивности фоновых отражений от моря на сантиметровых и миллиметровых волнах	17
1.3. Модель ЭПР обратного рассеяния от моря сантиметровых и миллиметровых радиоволн при малых углах скольжения	30
1.4. Статистики и спектры рассеянного морем сигнала	37
1.5. Модель оценки доплеровского спектра рассеянного морем сигнала при скользящих углах облучения	46
Выводы	67
Глава 2. Пространственно-временные и поляризационные характеристики нестационарных отражений от поверхности моря и атмосферы	68
2.1. Поляризационная и пространственно-временная структуры	69
2.2. Имитационная модель рассеянного морской поверхностью сигнала	90
2.3. Имитационная модель рассеянного сушей сигнала	115
2.4. Использование вложенных полумарковских процессов для описания помех от атмосферных процессов	123
Выводы	130
Глава 3. Рассеяние радиоволн объектами	132
3.1. Рассеяние радиоволн надводными объектами	132
3.2. Рассеяние корабельными волнами	165
3.3. Информативные признаки отражений от надводных объектов	171
3.4. О фазовых центрах рассеяния тел сложной формы	180

3.5. Спектральная модель обратного рассеяния радиоволн биологическими объектами	190
Выводы	205
Глава 4. Частотная селекция сигналов на фоне помех от моря	208
4.1. Доплеровская селекция сигналов	208
4.2. Поляризационно-спектральная селекция целей на фоне местности	237
Выводы	250
Глава 5. Пространственная селекция малоразмерных надводных объектов	252
5.1. Селекция объектов на фоне пространственно-коррелированных помех от моря	252
5.2. Повышение эффективности обнаружения малоразмерных надводных объектов с использованием критерия углового шума	272
Выводы	284
Глава 6. Эффекты, позволяющие улучшить наблюдаемость объектов	286
6.1. Использование отражений от корабельных волн в некогерентных РЛС	286
6.2. Использование особенностей рассеяния тел сложной формы для улучшения наблюдаемости воздушных объектов	298
Выводы	315
Глава 7. Обнаружение сигналов на фоне негауссовых помех от подстилающей поверхности	316
7.1. Расчет характеристик систем обнаружения	317
7.2. Обнаружитель Неймана–Пирсона с фиксированным порогом принятия решения	321
7.3. Эффективность адаптивных обнаружителей сигналов	329
7.4. Непараметрические обнаружители сигнала на фоне негауссовых помех	335
7.5. Расчет характеристик обнаружения импульсно-когерентных систем с селекцией движущихся целей	340
Выводы	345
Глава 8. Использование в многочастотных РЛС сантиметрового и миллиметрового диапазонов корреляционных свойств отражений от моря	347
8.1. Исследование взаимно корреляционных свойств отражений от моря при синхронной работе РЛС	348

8.2. Характеристики обнаружения двухчастотной РЛС при частичной корреляции помех	353
8.3. Мультипликативное объединение информации РЛС сантиметрового и миллиметрового диапазонов	358
8.4. Узкополосная доплеровская селекция сигналов в двухчастотных РЛС	361
Выводы	365
Глава 9. Радиолокационная наблюдаемость надводных объектов на фоне пассивных помех от моря и гидрометеоров	366
9.1. Расчет помех от моря и гидрометеоров	366
9.2. Радиолокационная наблюдаемость объектов при наличии помех от моря и дождя	374
Выводы	388
Заключение	389
Приложение А. Методика измерений характеристик рассеяния сантиметровых и миллиметровых радиоволн природными средами и объектами	393
А.1. Акватории и метеорологическое обеспечение измерений	393
А.2. Погрешности калибровок и измерений	395
Приложение Б. Аппаратурные комплексы для исследования характеристик рассеяния сантиметровых и миллиметровых радиоволн природными средами и объектами	402
Б.1. Импульсные измерительные системы	403
Б.2. Двухчастотная радиолокационная система непрерывного излучения	407
Б.3. Импульсные РЛС с циклическим обзором пространства	409
Б.4. Мобильные РЛС с непрерывным излучением	411
Б.5. Генераторы с квазиоптическими диэлектрическими резонаторами	415
Б.6. Поляризационные селекторы	417
Выводы	420
Список литературы	422