



ДЛЯ ВУЗОВ

В.А. Соломатин

ЛИДАРЫ

Учебное пособие

Рекомендовано федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 12.00.00 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии в качестве учебного пособия для реализации образовательных программ высшего образования по направлению подготовки бакалавриата 12.03.02 «Оптотехника», специальности 12.05.01 «Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения»

МОСКВА
Инновационное машиностроение
2021

УДК 681.782.473
ББК 32.85
С60

Соломатин В.А.

С60 Лидары. М.: Инновационное машиностроение, 2021. – 120 с.

ISBN 978-5-907104-81-5

Рассмотрены принципы построения, элементная база, схемы и параметры лидаров, энергетический и частотный анализ лидарных измерений.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 12.05.01 «Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения» и по смежным специальностям. Может быть полезна специалистам, занимающимся разработкой, внедрением и эксплуатацией лидаров.

УДК 681.782.473
ББК 32.85

ISBN 978-5-907104-81-5

© ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», 2021
© Соломатин В.А., 2021

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, опубликованных в данной книге, допускается только с разрешения издательства и со ссылкой на источник информации.

Оглавление

| | |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Глава 1. Введение. Общие сведения о лидарах | 5 |
| 1.1. Структура и классификация лидаров | 5 |
| 1.2. Области применения лидаров | 8 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 9 |
| Глава 2. Передающая система лидара | 10 |
| 2.1. Лазеры | 10 |
| 2.2. Преобразователи частоты излучения | 13 |
| 2.3. Лазерные усилители | 15 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 17 |
| 2.4. Передающая оптическая система | 17 |
| 2.4.1. Оптические системы коллимации пучков излучения . . . | 18 |
| 2.4.2. Дифракционные оптические элементы | 20 |
| 2.4.3. Устройства сканирования | 21 |
| 2.4.4. Отражатели | 24 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 25 |
| Глава 3. Приемная система лидара | 26 |
| 3.1. Объективы | 26 |
| 3.2. Спектроанализаторы | 28 |
| 3.2.1. Эталоны Фабри–Перо | 29 |
| 3.2.2. Интерференционные фильтры | 30 |
| 3.2.3. Дихроичные зеркала | 32 |
| 3.2.4. Дифракционные решетки | 34 |
| 3.2.5. Поляризационные призмы | 38 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 42 |
| 3.3. Приемники излучения | 42 |
| 3.3.1. Методы приема излучения | 42 |
| 3.3.2. Фотоэлектронные умножители | 45 |
| 3.3.3. Лавинные фотодиоды | 47 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 49 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Глава 4. Принципы построения лидаров | 50 |
| 4.1. Атмосферные лидары | 50 |
| 4.1.1. Структура и состав атмосферы | 50 |
| 4.1.2. Взаимодействие лазерного излучения с атмосферой | 52 |
| 4.1.3. Схемы и параметры атмосферных лидаров | 56 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 64 |
| 4.2. Ветровые лидары | 64 |
| 4.2.1. Классификация ветровых лидаров | 64 |
| 4.2.2. Схемы и параметры ветровых лидаров | 68 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 73 |
| 4.3. Наземные лазерные сканеры | 74 |
| 4.3.1. Структурная схема наземного лазерного сканера | 74 |
| 4.3.2. Базовые элементы наземного лазерного сканера | 78 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 84 |
| 4.4. Авиационные (воздушные) лазерные сканеры | 85 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 89 |
| 4.5. Многолучевые лидары | 89 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 94 |
| | |
| Глава 5. Энергетический и частотный анализ лидарных измерений | 95 |
| 5.1. Энергетическое уравнение лидара | 95 |
| 5.2. Потенциальная точность измерений | 100 |
| 5.3. Пространственно-частотные характеристики лидаров | 104 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 118 |
| | |
| Список литературы | 118 |