

*Лазерное
зондирование
атмосферы
из космоса*

*Под редакцией
д-ра физ.-мат. наук
В. М. Захарова*

42860



Ленинград Гидрометеиздат 1988

**В. М. Захаров, О. К. Костко, Л. Н. Бирич,
Г. М. Крученицкий, В. С. Портасов**

Рецензенты: д-р физ.-мат. наук *В. В. Фадеев*
(Физический факультет МГУ),
канд. техн. наук *В. А. Смеркалов* (Институт прикладной гео-
физики имени академика Федорова Е. К.)

Рассматриваются основные возможности метеорологической лазерной локации для исследования атмосферы с космических аппаратов. Анализируются экспериментальные данные измерений газов, аэрозоля, характеристик облачности, метеопараметров с использованием лазерных методов.

Расчитана на специалистов в области лазерных исследований атмосферы, физиков, геофизиков, а также на специалистов, работающих в смежных областях науки и техники. Книга может быть полезна студентам старших курсов и аспирантам университетов и технических институтов.

In the book by V. M. Zakharov, O. K. Kostko, L. N. Birich, G. M. Kruchennitsky, V. S. Portasov «The laser radar measurements of the atmosphere from spacecrafts» considered are the basic potentials of meteorological laser radar measurements for the investigation of the atmosphere from spacecrafts. Analysed are experimental data on gas, aerosol, characteristics of clouds, meteorological parameters measurements using laser methods.

This book is meant for specialists in the field of laser atmospheric research, physicists, geophysicists, as well as for experts engaged in the related fields of science and engineering. The book may be of use to senior students and post-graduates of universities and technical institutes.



Л 1903040000-065
069(02)-88 17-88

ISBN 5-286-00050-9

© Гидрометеоздат. 1988 г.

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. Общая характеристика и особенности использования дистанционных методов и аппаратуры зондирования атмосферы с ИСЗ	6
1.1. Элементы и типы орбит ИСЗ	7
1.2. Пространственно-временная привязка данных зондирования	10
1.3. Фоновое излучение	18
1.4. Требования к данным измерений параметров атмосферы	24
1.5. Пассивные дистанционные методы зондирования атмосферы с ИСЗ	31
1.5.1. Метод эмиссии	33
1.5.2. Метод рассеяния	37
1.5.3. Метод прозрачности	38
1.5.4. Другие методы	39
1.6. Аппаратура, устанавливаемая на ИСЗ	40
Глава 2. Селекция облачности и определение высоты ВГО	46
2.1. Определение высоты ВГО	—
2.1.1. Метод определения высоты ВГО	—
2.1.2. Погрешности определения высоты ВГО с самолета	49
2.1.3. Определение вариаций высот ВГО различных ярусов	50
2.1.4. Точность определения высоты ВГО из космоса	51
2.2. Селекция облаков на фоне подстилающих поверхностей	54
2.2.1. Распределение высот ВГО и подстилающих поверхностей	55
2.2.2. Статистические характеристики импульсов лазера, отраженных от облаков и подстилающих поверхностей	57
2.2.3. Поляризационные характеристики излучения лазера, рассеянного от облаков и подстилающих поверхностей	65
2.3. Информативность характерных признаков облаков и подстилающих поверхностей при локация импульсными лидарами с ИСЗ	66
2.4. Основные параметры бортового лидара для оперативного определения высоты ВГО и селекции облачности с низкоорбитальных ИСЗ	68
Глава 3. Определение параметров стратосферного аэрозоля	76
3.1. Основные сведения о стратосферном аэрозоле	77

3.2. Методы определения характеристик стратосферного аэрозоля	80
3.2.1. Контактные методы	—
3.2.2. Лидарные измерения	81
3.2.3. Спутниковые измерения	85
3.3. Одночастотное зондирование стратосферного аэрозоля	88
3.3.1. Основные теоретические соотношения	—
3.3.2. Погрешности определения отношения обратного рассеяния	89
3.4. Лидары для наблюдений за стратосферным аэрозолем	97
3.5. Результаты зондирования стратосферного аэрозоля	102
3.6. Основные параметры спутникового лидара	106
Глава 4. Измерения ветра	108
4.1. Доплеровский метод измерения скорости ветра	109
4.2. Основные требования к лазерам для доплеровских лидаров	112
4.3. Схема прямого гетеродирования	114
4.4. Условия измерений ветра с борта ИСЗ	119
4.5. Рассеяние излучения CO ₂ -лазера атмосферным аэрозолем	121
4.6. Измерения ветра доплеровскими лидарами с Земли и самолетов	124
4.7. Определение ветра в тропосфере с ИСЗ	127
4.7.1. Данные математического моделирования	—
4.7.2. Возможная техническая реализация	138
4.7.3. Альтернативные возможности	146
Глава 5. Определение термодинамических параметров и влажности атмосферы	148
5.1. Определение термодинамических параметров атмосферы методом дифференциального поглощения	—
5.2. Определение температуры методом комбинационного рассеяния	160
5.3. Определение влажности атмосферы	165
Глава 6. Определение малых газовых составляющих атмосферы	170
6.1. Метод дифференциального поглощения	171
6.1.1. Возможность использования эксимерных лазеров	172
6.1.2. Измерения озона	174
6.2. Метод резонансного рассеяния	180
6.3. Метод флуоресценции	184
6.3.1. Измерения гидроксила	—
6.3.2. Измерения других газовых составляющих	186
6.4. Статистические аспекты контроля газовых примесей	189
6.5. Общие замечания	194
Заключение	196
Список литературы	199
Предметный указатель	211

Монография

*Владимир Матвеевич Захаров
Олег Константинович Костко
Леонид Николаевич Бирч
Григорий Михайлович Крученицкий
Вячеслав Сергеевич Портасов*

Лазерное зондирование атмосферы из космоса

Редактор *Л. И. Штанникова*, Художник *В. С. Устинов*, Художественный редактор *Б. А. Денисовский*, Технический редактор *М. И. Брайтмана*, Корректор *Л. И. Хромова*, ИБ № 1786, Сдано в набор 25.12.57, Подписано в печать 12.04.58, М-27083, Формат 60×90^{1/8}, Бумага типографская № 1, Литературная гарнитура, Печать высокая, Печ. л. 13,5, Кр.-отт. 13,5, Уч.-изд. л. 13,81, Тираж 1020 экз., Индекс МОЛ-216, Заказ № 3710, Цена 2 р. 50 к. Гидрометеонадат. 199226, Ленинград, ул. Бераинга, д. 38, Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгения Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли, 191126, Ленинград, Социалистическая ул., 14.

Отпечатано с набора в Ленинградской типографии № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгения Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли, 190000, Ленинград, Прачечный переулок, 6, Зак. 329.