

М. А. ГЕРМАН

СПУТНИКОВАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

ОСНОВЫ КОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В МЕТЕОРОЛОГИИ

Допущено Министерством высшего
и среднего специального образования СССР
в качестве учебного пособия для студентов
гидрометеорологических институтов
и географических факультетов университетов



ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ
ЛЕНИНГРАД • 1975

Рецензенты:

П. Н. Белов, А. И. Бурцев
(Гидрометцентр СССР)

Н. Ф. Павлов, А. П. Кудрянь
(Одесский гидрометеорологический институт)

Ответственный редактор
С. В. Солонин

В книге рассматриваются основные понятия и законы движения искусственного спутника Земли. Приведено краткое описание измерительно-обзорной аппаратуры метеорологических и других специальных спутников. Изложены требования, предъявляемые к гидрометеорологической информации, получаемой со спутников, и методы ее первичной обработки. Основное внимание уделено рассмотрению практического использования спутниковой информации в службе погоды. Освещаются вопросы применения данных спутниковых измерений в численном анализе метеорологических полей.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для студентов гидрометеорологических институтов и университетов и может быть использована широким кругом научных работников, специалистами метеорологами, океанологами и гидрологами.

The book deals with the main conceptions and laws of the artificial earth satellite movement. The short description of meteorological and other special satellites construction, their measuring and surveillance equipment is presented. All the requirements to hydrometeorological satellite data and some methods of its primary processing are considered. The great prominence is given to the problem of practical application of satellite information for weather watch. The questions of satellite measuring data in application to numerical analysis of meteorological fields are also observed.

The book is intended for students of meteorological institutes and universities and can be used by scientific workers, specialists of meteorology, oceanology and hydrology.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие — 8
Введение — 9

1 ОСНОВЫ ТЕОРИИ ДВИЖЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ

Глава 1. НЕВОЗМУЩЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ ИСЗ — 14

- 1.1. Траектория полета — 14
- 1.2. Уравнения движения спутника — 17
- 1.3. Орбитальная плоскость спутника — 20
- 1.4. Элементы орбиты ИСЗ — 21
- 1.5. Уравнения движения ИСЗ в плоскости орбиты — 24
- 1.6. Скорость движения спутника по орбите — 29
- 1.7. Период обращения и время существования спутника — 33
- 1.8. Типы орбит ИСЗ — 36

Глава 2. ВОЗМУЩЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ ИСЗ — 38

- 2.1. Уравнения движения спутника — 38
 - 2.2. Возмущения, вызываемые несферичностью Земли — 40
 - 2.3. Возмущения, вызываемые сопротивлением атмосферы — 43
 - 2.4. Возмущающее влияние планет, Солнца и светового давления — 45
-

2 МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СПУТНИКИ

Глава 3. ОСНОВНЫЕ СИСТЕМЫ И ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ОБЗОРНАЯ АППАРАТУРА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ — 48

- 3.1. Особенности получения метеорологической информации со спутников — 48
- 3.2. Телевизионная система метеорологических спутников — 49
- 3.3. Инфракрасная, актинометрическая и спектрометрическая аппаратура — 61
- 3.4. Система стабилизации и ориентации спутника — 66
- 3.5. Система электроснабжения спутника — 68
- 3.6. Орбиты метеорологических спутников — 70

Глава 4. СОВЕТСКИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СПУТНИКИ — 74

- 4.1. Научно-исследовательская серия спутников «Космос» — 74
- 4.2. Метеорологическая космическая система «Метеор» — 78
- 4.3. Оперативно-экспериментальная серия спутников «Метеор» — 81
- 4.4. Автономный пункт приема спутниковой информации — 87
- 4.5. Радиационные измерения на спутниках серии «Космос» — 90
- 4.6. Перспективы развития спутниковых измерений в СССР — 94

Глава 5. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СПУТНИКИ США — 96

- 5.1. Метеорологическая космическая система «ТОС» («НОАА») — 96
- 5.2. Научно-исследовательская серия спутников «Нimbus» — 105
- 5.3. Спутники серии «АТС» и «СМС» — 108
- 5.4. Спутник для исследования природных ресурсов Земли — 111
- 5.5. Спутник для океанографических исследований — 113

Глава 6. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СПУТНИКИ ФРАНЦИИ И ИТАЛИИ — 115

- 6.1. Французский экспериментальный метеорологический спутник «ЭОЛ» — 115
 - 6.2. Итальянский спутник «Сан-Марко» — 116
 - 6.3. Метеорологический спутник Западноевропейской организации по космическим исследованиям — 119
-

3 ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ СО СПУТНИКОВ

Глава 7. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ — 122

- 7.1. Система сбора и распространения спутниковой информации — 122
- 7.2. Космические снимки облачного покрова и подстилающей поверхности Земли — 123
- 7.3. Актинометрические, спектрометрические и радиометрические данные — 125
- 7.4. Основные требования к гидрометеорологическим наблюдениям с помощью ИСЗ — 128
- 7.5. Определение географических координат спутника. Орбитальные и телеметрические данные — 132

Глава 8. КОСМИЧЕСКИЕ СНИМКИ ЗЕМЛИ, ИХ ПЕРВИЧНАЯ
ОБРАБОТКА — 138

- 8.1. Основные качественные показатели телевизионного изображения — 138
- 8.2. Географическая привязка телевизионных снимков — 144
- 8.3. Некоторые особенности первичной обработки телевизионных снимков, полученных в режиме непосредственной передачи — 152
- 8.4. Монтаж снимков — 167

Глава 9. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ЗЕМЛИ — 169

- 9.1. Основные дешифровочные признаки — 169
- 9.2. Дешифрирование снимков облачности — 171
- 9.3. Дешифрирование снимков подстилающей поверхности Земли — 180
- 9.4. Карты нефоскопического анализа — 202
- 9.5. Перспективы автоматизации дешифрирования космических снимков Земли — 204

Глава 10. ОБРАБОТКА РАДИАЦИОННЫХ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ — 207

- 10.1. Общее описание программы обработки радиационных данных — 208
 - 10.2. Радиационные карты и их первичная обработка — 209
 - 10.3. Анализ радиационных карт — 213
-

4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ С МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ В СИНОПТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

Глава 11. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ОБ ОБЛАЧНОСТИ ДЛЯ
ОЦЕНКИ СИНОПТИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ — 219

- 11.1. Основные структурные особенности облачных полей и их связь с синоптическими процессами — 220
- 11.2. Облачность атмосферных фронтов — 220
- 11.3. Облачность циклонических образований — 230
- 11.4. Облачность струйных течений — 240
- 11.5. Использование данных об облачности для оценки эволюции крупномасштабных возмущений — 245

- Глава 12. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ОБ ОБЛАЧНОСТИ ПРИ СИНОПТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ В ТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЕ — 249
- 12.1. Классификация облачных систем тропической зоны — 249
 - 12.2. Облачные системы внутритропической зоны конвергенции — 249
 - 12.3. Облачные системы при холодных вторжениях — 253
 - 12.4. Облачные системы тропических циклонов — 257
- Глава 13. ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ОБ ОБЛАЧНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ НЕКОТОРЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ — 269
- 13.1. Облачные системы мезомасштаба — 270
 - 13.2. Ячейковая мезоструктура облачности и ее связь с вертикальными движениями в атмосфере — 270
 - 13.3. Полосная мезоструктура облачности. Оценка направления и скорости ветра в атмосфере — 274
 - 13.4. Спиралевидная мезоструктура облачности (мезовихри) — 281
 - 13.5. Влияние рельефа на распределение облачности — 283
- Глава 14. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ДАННЫХ В СИНОПТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ — 290
- 14.1. Определение температуры подстилающей поверхности и высоты верхней границы облаков по радиационным измерениям — 291
 - 14.2. Радиационные поля крупномасштабных атмосферных возмущений — 303

5 ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

- Глава 15. ОЦЕНКА ПОЛЯ ВОЗДУШНЫХ ТЕЧЕНИЙ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ ОБЛАЧНОСТИ — 318
- 15.1. Физико-статистический метод определения поля геопотенциала и поля ветра — 319
 - 15.2. Восстановление поля ветра по полю облачности вихревой структуры — 322
 - 15.3. Определение поля скоростей ветра по распределению температуры, влажности и облачности — 326
- Глава 16. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА ПО ДАННЫМ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ — 331
- 16.1. Восстановление распределения температуры в атмосфере — 332
 - 16.2. Восстановление вертикального профиля влажности — 341

Глава 17. ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ
С УЧЕТОМ НАБЛЮДЕНИЙ СО СПУТНИКОВ — 346

17.1. Задача численного анализа и необходимая информация — 346

17.2. Использование данных наблюдений за облачностью — 350

17.3. Использование данных дистанционного зондирования атмосферы. Четырехмерный численный анализ — 355

Принятые обозначения — 360

Предметный указатель — 361