

# Радиолокация поверхности Земли из космоса

---

Исследование  
морской  
поверхности,  
ледяного  
и ледникового  
покровов  
с помощью  
спутниковой  
радиолокационной  
станции  
бокового обзора

Составители:  
д-р геогр. наук М. НАЗИРОВ,  
канд. физ.-мат. наук А. П. ПИЧУГИН,  
канд. физ.-мат. наук Ю. Г. СПИРИДОНОВ

Под редакцией  
канд. физ.-мат. наук Л. М. МИТНИКА,  
канд. физ.-мат. наук С. В. ВИКТОРОВА



Ленинград  
Гидрометеоиздат  
1990

# Оглавление

Предисловие . . . . .	4	5.3. Радиолокационные изображения морской поверхности в зонах действия циклонов и атмосферных фронтов . . . . .	75
Глава 1. Экспериментальный океанографический спутник «Космос-1500» . . . . .	5	5.4. Тропические циклоны на спутниковых радиолокационных изображениях . . . . .	91
1.1. Структура и конструкция спутника . . . . .	—	5.5. Полярные циклоны, конвективные вихри и цепочки мезовихрей . . . . .	100
1.2. Бортовой информационный комплекс . . . . .	8	5.6. Мезомасштабные конвективные гряды и ячейки . . . . .	103
1.3. Особенности информационного потока данных и принципы управления спутником . . . . .	9	5.7. Атмосферные внутренние гравитационные волны . . . . .	120
Глава 2. Физические основы радиолокационных съемок с орбиты искусственного спутника Земли . . . . .	12	5.8. Океанологические явления на спутниковых РЛ изображениях . . . . .	125
2.1. Рассеяние радиоволн морской поверхностью . . . . .	—	Глава 6. Характеристики морского льда . . . . .	137
2.2. Рассеяние радиоволн ледяным покровом . . . . .	23	6.1. Введение . . . . .	—
2.3. Особенности рассеяния радиоволн покровными ледниками . . . . .	30	6.2. Методические основы определения характеристик морского льда . . . . .	—
2.4. Влияние атмосферных образований на интенсивность отраженного радиосигнала . . . . .	31	6.3. Радиолокационные контрасты и динамика ледяного покрова Северного Ледовитого и Южного океанов . . . . .	139
Глава 3. Радиолокационная система бокового обзора ИСЗ «Космос-1500» . . . . .	36	6.4. Радиолокационные контрасты и динамика ледяного покрова морей Дальнего Востока . . . . .	144
3.1. Характеристики РЛС БО . . . . .	37	6.5. Интерактивный анализ и картографирование характеристик ледяного покрова . . . . .	164
3.2. Обработка сигналов на борту спутника . . . . .	41	Глава 7. Характеристики материкового льда . . . . .	175
3.3. Особенности функционирования РЛС БО . . . . .	43	7.1. Радиогляциологические «ландшафты» Антарктиды . . . . .	—
3.4. Структура выходных сигналов . . . . .	44	7.2. Эоловые мезоструктуры поверхности Антарктического ледника . . . . .	181
Глава 4. Предварительная обработка данных РЛС БО . . . . .	46	7.3. Радиолокационные наблюдения из космоса за динамикой ледяного берега и дрейфом айсбергов в Антарктике . . . . .	184
4.1. Географическая привязка совмещенных СВЧ-радиометрического и видимого изображений . . . . .	—	7.4. Анализ радиолокационных карт ледяного покрова Гренландии . . . . .	188
4.2. Компоновка монтажей из спутниковых радиолокационных изображений . . . . .	49	Заключение . . . . .	193
4.3. Цифровая обработка радиолокационных изображений . . . . .	50	Список литературы . . . . .	196
4.4. Автоматизация обработки РЛ-изображений РЛС БО в региональных центрах приема данных . . . . .	57		
Глава 5. Характеристики морской поверхности . . . . .	60		
5.1. Введение . . . . .	—		
5.2. Определение поля приводного ветра по радиолокационным изображениям поверхности океана . . . . .	61		

**Авторы:**

С. С. Кавелин, Д. Г. Белов, Е. И. Бушуев, В. С. Гладилин, В. И. Драновский, В. Ф. Зубенко, И. С. Игдалова, Г. В. Петренко, И. М. Поллуксов, В. В. Пустовойтенко, Ю. Д. Салтыков, Ю. В. Терехин, Ю. М. Тучин, Б. Е. Хмыров (глава 1); А. И. Калмыков, А. П. Пичугин, Ю. А. Синицын, С. А. Величко, Л. М. Митник (п. 2.1); Л. М. Митник, П. А. Никитин, В. Ю. Александров, В. Б. Ефимов, А. И. Калмыков, А. С. Курекян, А. П. Пичугин, Ю. А. Синицын, А. И. Тимченко (п. 2.2); Ю. Г. Спиридонов, (п. 2.3); Ю. Г. Спиридонов, А. П. Пичугин, Л. М. Митник (п. 2.4); А. И. Калмыков, А. С. Курекян, А. П. Пичугин, В. Б. Ефимов, [А. Б. Фетисов], В. А. Комяк, В. В. Иголкин, П. М. Торчун, В. Ю. Левантовский, В. И. Зельдис, В. В. Пустовойтенко, В. Г. Сивков, В. Н. Цымбал, В. Н. Емец, А. А. Гринченко (глава 3); В. И. Соловьев, Н. С. Соловьева (п. 4.1); М. Назиров, Т. В. Бондина (п. 4.2); А. П. Пичугин, Л. В. Еленский, В. Б. Ефимов (п. 4.3); О. Е. Милехин, Ю. Г. Спиридонов, В. И. Попов (п. 4.4); Л. М. Митник, А. И. Калмыков, А. П. Пичугин (п. 5.1); А. И. Калмыков, А. П. Пичугин, В. Н. Цымбал, Г. В. Вольпян, Ю. Г. Спиридо-

нов, Л. М. Митник, Г. И. Десятова, В. В. Ковбасюк (п. 5.2); Л. М. Митник, Г. И. Десятова, В. В. Ковбасюк (п. 5.3); Л. М. Митник, Г. В. Вольпян, М. Назиров, П. А. Никитин, Ю. Г. Спиридонов, А. И. Калмыков, А. П. Пичугин, В. Н. Цымбал, Г. И. Десятова (п. 5.4); Л. М. Митник, Г. И. Десятова, В. В. Ковбасюк, Г. В. Вольпян (п. 5.5); Л. М. Митник, М. Назиров, П. А. Никитин, Ю. Г. Спиридонов, А. И. Калмыков, А. П. Пичугин, В. Н. Цымбал, Г. В. Вольпян, Г. И. Десятова, В. В. Ковбасюк (п. 5.6); Ю. Г. Спиридонов, А. П. Пичугин, Л. М. Митник, М. Назиров (п. 5.7); Л. М. Митник, Н. В. Булатов, В. Б. Лобанов (п. 5.8); Л. М. Митник (п. 6.1); П. А. Никитин, М. Назиров, В. Б. Ефимов, А. П. Пичугин (п. 6.2); М. Назиров (п. 6.3); Л. М. Митник, В. В. Ковбасюк, Г. И. Десятова (п. 6.4); П. А. Никитин, М. Назиров, В. Ю. Александров, А. В. Бушуев, В. С. Ложилов (п. 6.5); М. Назиров, П. А. Никитин (пп. 7.1, 7.2); В. А. Кровотынцев, О. Г. Милехин, П. А. Никитин, В. И. Попов, Ю. Г. Спиридонов (п. 7.3); М. В. Бухаров, Ю. Г. Спиридонов (п. 7.4); Л. М. Митник, А. И. Калмыков (заключение).

Авторы книги являются сотрудниками следующих организаций: Арктического и антарктического научно-исследовательского института Госкомгидромета, Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Госкомгидромета СССР, Государственного научно-исследовательского центра изучения природных ресурсов Госкомгидромета СССР, Института радиопизики и электроники АН УССР, Камчатского территориального управления по гидрометеорологии, Морского гидрофизического института АН УССР, Научно-производственного объединения «Радиоприбор», Тихоокеанского института рыбного хозяйства и океанографии Минрыбхоза СССР, Тихоокеанского океанологического института Дальневосточного отделения АН СССР, Хабаровского регионального вычислительного центра Госкомгидромета СССР

**Рецензенты:**

академик К. Я. Кондратьев, канд. физ.-мат. наук В. В. Мелентьев (Институт озероведения АН СССР); канд. физ.-мат. наук С. В. Викторов (Государственный океанографический институт Госкомгидромета СССР)

В книге систематизированы результаты научных и прикладных разработок, связанных с созданием и функционированием на борту спутника отечественной радиолокационной системы бокового обзора (РЛС БО).

Проанализированы физико-технические особенности и информационные возможности РЛС БО и другой бортовой аппаратуры, алгоритмы их калибровки и цифровой обработки сигналов. Широко обсуждаются научно-методические вопросы получения обзорных сведений о состоянии поверхности Мирового океана, морских и материковых льдах. Приведены конкретные примеры тематической обработки и практического использования спутниковой радиолокационной информации.

Книга рассчитана на специалистов по дистанционному изучению ресурсов Земли: метеорологов, океанологов, географов, геокриологов, радиофизиков, а также может быть полезна при подготовке кадров по этим специальностям.

This book presents the results of scientific and engineering investigations concerned with design and operation of side-looking radars (SLR) onboard Soviet environmental satellites.

Physical and technical characteristics of SLR and other satellite sensors have been compared, algorithms of SLR calibration and digital data processing have been analyzed. Scientific and methodical problems of obtaining data on ocean surface state, sea and land ice cover are discussed in detail. Examples of data evaluation and practical use of SLR information are given.

The book may be recommended for experts in remote sensing: meteorologists, oceanographers, geographers, geocriologists, radio physicists, for the students of these specialities.

**Монография****Радиолокация поверхности Земли из космоса**

Редактор Н. Л. Гашина. Художник С. М. Малахов. Художественный редактор Б. А. Денисовский. Технический редактор Н. В. Морозова. Корректор Л. Б. Емельянова

ИБ № 1847. Сдано в набор 23.08.89. Подписано в печать 09.02.90. М-19514. Формат 60×90/8. Бумага книжная. Гарнитура литературная. Печать высокая. Печ. л. 25,0. Кр.-отт. 25,0. Уч.-изд. л. 28,01. Тираж 1100 экз. Индекс МОЛ-169. Заказ № 223. Цена 4 р. 70 к. Гидрометеоздат. 199226, Ленинград, Беринга, 38.

Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Государственного комитета СССР по печати. 190000, Ленинград. Прачечный переулоч, 6.