

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

А.М.Шутко

СВЧ-радиометрия водной поверхности и почвогрунтов

Ответственный редактор
доктор технических наук
Н.А. АРМАНД



МОСКВА

"НАУКА"

1986

Ш у т к о А.М. СВЧ-радиометрия водной поверхности и почвогрунтов. — М.: Наука, 1986. 190 с.

В монографии исследуются теоретически и экспериментально СВЧ-радиационные характеристики водной поверхности при изменении ее состояния, температуры, минерализации, а также СВЧ-радиационные характеристики земных покровов при изменении влажности, плотности, температуры, минерализации почв и уровня грунтовых вод. Анализируется эффективность определения указанных параметров при радиометрических измерениях. Приводятся примеры практического использования СВЧ-радиометрического метода для решения научных и народнохозяйственных задач. За работы в области СВЧ-радиометрии увлажненных почвогрунтов автору присуждена Государственная премия СССР.

Книга рассчитана на научных работников, аспирантов и студентов, специализирующихся в области дистанционных радиофизических методов зондирования окружающей среды и распространения радиоволн, геофизиков, океанологов, почвоведов и специалистов-практиков, занимающихся вопросами использования дистанционных методов в гидрометслужбе, мелиорации, водном, сельском хозяйстве, а также на читателей, интересующихся дистанционными методами исследования Земли, изучения ее природных ресурсов.

Табл. 16. Ил. 88. Библиогр. 338 назв.

Рецензенты: В.М. ПОЛЯКОВ, В.В. ШЕВЧЕНКО

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОСНОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	7
Глава 1. ОСОБЕННОСТИ СВЧ-РАДИОМЕТРИИ. МОДЕЛЬНЫЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ И АППРОКСИМАЦИОННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ	10
1. Однородные среды, ограниченные плоской поверхностью	10
2. Однородные среды, ограниченные неровной поверхностью	13
3. Неоднородные плоскослоистые среды	24
4. Растительный покров	27
5. Роль атмосферы и космических источников излучения	28
Глава 2. РАДИАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В УСЛОВИЯХ ВОЛНЕНИЯ	30
1. Объект исследования. Океанографические данные	30
2. Крупные ветровые волны и волны зыби	36
3. Мелкомасштабные составляющие на плоской поверхности и крупных волнах	42
4. Пенообразования	52
5. Радиационные модели взволнованной водной поверхности с учетом влияния излучения атмосферы	54
6. Результаты расчетов	55
Глава 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЗВОЛНОВАННОЙ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ	63
1. Аппаратура и условия проведения измерений	63
2. Излучение водной поверхности при волновых возмущениях и пенообразованиях	66
3. Связь радиационных характеристик со скоростью ветра, параметрами шероховатости водной поверхности и скоростью трения	69
Глава 4. РАДИАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И СТЕПЕНИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ	74
1. Объект исследования. Диэлектрические свойства растворов ряда солей и кислот	74
2. Чувствительность поля излучения к вариациям диэлектрических свойств водной среды, ограниченной плоской поверхностью	78
3. Чувствительность поля излучения и толщины эффективно излучающего слоя [к вариациям температуры и концентрации ряда солей и кислот] (в условиях плоской и шероховатой водной поверхности)	81
4. Диэлектрические и радиационные характеристики растворов смеси солей	88
Глава 5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ РАДИАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК С ТЕМПЕРАТУРОЙ И СТЕПЕНЬЮ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ	90
1. Состояние вопроса	90
2. Аппаратура, условия и методика проведения лабораторных, летных и космических экспериментов	91

3. Лабораторные эксперименты в условиях слабого волнения	93
4. Летные исследования в условиях изменения состояния водной поверхности и атмосферы	95
5. Космические эксперименты по оценке устойчивости радиационно-температурных зависимостей к изменению состояния поверхности океана и атмосферы	97
Глава 6. РАСЧЕТНЫЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ СВЧ-РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ	101
1. Состояние вопроса	101
2. Одноканальные измерения	103
3. Спектральные измерения. Оптимальные длины волн. Результаты метрологической аттестации	106
Глава 7. РАДИАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ОДНОРОДНО УВЛАЖНЕННЫХ ПОЧВОГРУНТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ, ПЛОТНОСТИ, ТЕМПЕРАТУРЫ, СОЛЕННОСТИ	115
1. Объект исследования. Диэлектрические свойства увлажненных почвогрунтов	115
2. Основные радиационно-геофизические зависимости	119
3. Обобщенная радиационно-геофизическая модель водной среды и земного покрова	125
4. Влияние неровностей на радиационные характеристики почвогрунтов	126
Глава 8. МОДЕЛИ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ НЕОДНОРОДНО УВЛАЖНЕННЫХ ПОЧВОГРУНТОВ НА БОГАРНЫХ И ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ В УСЛОВИЯХ ГЛУБОКОГО И БЛИЗКОГО К ПОВЕРХНОСТИ ЗАЛЕГАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД	128
1. Характерные профили вертикального распределения влажности в зоне аэрации и их аппроксимационные представления	128
2. Неоднородно увлажненный поверхностный слой. Согласующее влияние переходных слоев	130
3. Модели взаимосвязи характеристик СВЧ-излучения с уровнем грунтовых вод	133
Глава 9. МОДЕЛИ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ НАЛИЧИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА	136
1. Объект исследования. Биометрические данные, диэлектрические свойства	136
2. СВЧ-излучение системы "почва-растительность". Экранирующие свойства растительного покрова	137
3. Модели взаимосвязи характеристик поглощения и рассеяния с параметрами растительного покрова	138
4. Некоторые результаты модельных расчетов	141
Глава 10. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМНЫХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОКРОВОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ И УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД	143
1. Состояние вопроса. Аппаратура и условия проведения лабораторных, наземных полевых, летных и космических измерений. Объекты исследования	143
2. Открытые почвогрунты различных типов в условиях однородного увлажнения	145
3. Открытые почвогрунты в условиях неоднородного увлажнения поверхностного слоя	147
4. Открытые почвогрунты в условиях изменения уровня грунтовых вод	149
5. Земная поверхность при наличии растительности	151
Глава 11. РАСЧЕТНЫЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ И УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД	153
1. Определение влажности почвогрунтов	153

2. Определение уровня грунтовых вод	157
3. Влияние параметров растительного покрова на точность определения влажности почвы	158
4. Метрологическая аттестация СВЧ-радиометрических методик определения влажности почв и уровня грунтовых вод	160
Глава 12. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СВЧ-РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НАУЧНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	162
1. Исследование океана из космоса	162
2. Контроль солености и степени химического загрязнения поверхностных вод суши и прибрежных районов	165
3. Примеры производственного использования СВЧ-радиометрических методик определения влажности почв и уровня грунтовых вод	167
4. Перспективные направления развития и области использования СВЧ-радиометрического метода зондирования земных покровов	171
ЛИТЕРАТУРА	174