

А. Е. БАШАРИНОВ, Л. Т. ТУЧКОВ,
В. М. ПОЛЯКОВ, Н. И. АНАНОВ

**ИЗМЕРЕНИЕ
РАДИОТЕПЛОВЫХ
И ПЛАЗМЕННЫХ
ИЗЛУЧЕНИЙ
В СВЧ ДИАПАЗОНЕ**

под редакцией

А. Е. БАШАРИНОВА, М. А. КОЛОСОВА



„СОВЕТСКОЕ РАДИО“ МОСКВА 1968

УДК. 621. 396. 67 : 384. 32 + 533. 9

Башаринов А. Е., Тучков Л. Т., Поляков В. М., Апанов Н. И.
Измерение радиотепловых и плазменных излучений в СВЧ диапазоне. М.,
Изд-во «Советское радио», 1968, 390 стр., т. 7200 экз., ц. 1 р. 63 коп.

В книге излагаются основные электродинамические и статистические расчеты спектральных и пространственных характеристик радиотеплового излучения газообразных сред и сред, ограниченных гладкими поверхностями. Развиваются представления о механизмах флюктуации интенсивности радиотеплового излучения.

Рассмотрение методики измерений СВЧ излучений проводится с учетом требований научных и прикладных исследований.

Приводятся иллюстративные материалы, характеризующие пространственные и спектральные показатели радиотеплового излучения наземных покровов и атмосферы. Уделяется внимание источникам искажений радиотепловых изображений и развивается теория фильтрации изображений. Значительная часть материала книги представляет обобщение опубликованных работ авторов.

Книга может быть использована научными работниками, инженерами, связанными с радиометрической техникой, а также студентами радиотехнических и радиофизических специализаций. Табл. 33, рис. 132, библи. 235 назв.

3-4-1

7-58

Содержание

Предисловие	3
Принятые обозначения	6

Часть I

Природа естественных СВЧ излучений

Глава I. ИСТОЧНИКИ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ	17
1. Равновесные и неравновесные СВЧ излучения	17
2. Характеристики сигналов СВЧ излучений	19
3. Тепловое излучение абсолютно черного тела	22
4. Радиотепловое излучение нечерных тел	24
5. Резонансные СВЧ излучения атомов и молекул	30
6. Излучение плазмы и потоков заряженных частиц	31
Глава II. РАДИОТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ОДНОРОДНОЙ СРЕДЫ	39
Глава III. РАДИОТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ДВУХСЛОЙНОЙ СРЕДЫ	54
1. Общие положения	54
2. Радиотепловое излучение двухслойной среды при слабом поглощении в промежуточном слое	65
3. Радиотепловое излучение двухслойной среды при сильном поглощении в промежуточном слое	81
Глава IV. ПЕРЕНОС ИЗЛУЧЕНИЯ В РАССЕИВАЮЩИХ СРЕДАХ	86
1. Постановка задачи. Основные уравнения	86
2. Перенос излучения в одномерной среде	89
3. Перенос излучения в среде с изотропным рассеянием	93
4. Излучение поверхности через полупрозрачный рассеивающий слой	97
Глава V. СЕЛЕКТИВНЫЕ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ	104
1. Механизмы селективных излучений	104
2. Интенсивность селективных излучений и поглощений	104
3. Населенность энергетических уровней	106
4. Форма линии излучения	107
5. Атомные СВЧ спектры	112
6. Молекулярные СВЧ спектры	118
7. СВЧ спектры двухатомных и линейных молекул	120
8. СВЧ спектры молекул плоского и объемного строения	129

ЧАСТЬ II

Радиотепловое излучение земных покровов и атмосферы

Глава VI. РАДИОТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ЗЕМНЫХ ПОКРОВОВ	135
1. Электрические свойства земных покровов в СВЧ диапазоне	135
2. Экспериментальные измерения теплового СВЧ излучения однородных сред	140
3. Экспериментальные измерения радиотеплового излучения двухслойных сред	143
Глава VII. ПЕРЕНОС РАДИОТЕПЛОвого ИЗЛУЧЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ	155
1. Спектры СВЧ излучения и поглощения в свободной атмосфере	155
2. Перенос СВЧ излучений в облачных образованиях	167
3. Перенос СВЧ излучений в атмосфере при наличии осадков	174
4. Вариации атмосферной радиояркости	183

ЧАСТЬ III

СВЧ излучение равновесной и неравновесной плазмы

Глава VIII. РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ РАВНОВЕСНОЙ ПЛАЗМЫ	191
1. Основные электромагнитные параметры равновесной плазмы	191
2. Механизмы СВЧ излучения изотропной плазмы	201
3. Интенсивность СВЧ излучения изотропных плазменных образований	206
4. СВЧ излучение плазмы, содержащей примесные твердые частицы	217
5. Особенности СВЧ излучения равновесной плазмы в магнитном поле	223
Глава IX. НЕРАВНОВЕСНЫЕ СОСТОЯНИЯ ПЛАЗМЫ, СВЧ ИЗЛУЧЕНИЕ ПЛАЗМЫ В РЕЛАКСАЦИОННОМ СОСТОЯНИИ	232
1. Виды неравновесных состояний плазмы	232
2. Кинетика возбуждения неравновесной населенности энергетических уровней	233
3. Релаксация неравновесных состояний	239
4. СВЧ излучение ионизированного газа при ударном нагреве	241
Глава X. СЕЛЕКТИВНЫЕ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НЕРАВНОВЕСНОЙ ПЛАЗМЫ	245
1. Возбуждение неравновесной населенности дискретных энергетических уровней в плазме	245
2. СВЧ излучение плазмы с неравновесной населенностью	249

Глава XI. НЕРАВНОВЕСНЫЕ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ КОЛЛЕКТИВНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ ПЛАЗМЫ	254
1. Свойства коллективных колебаний плазмы как источника неравновесных излучений	254
2. Возбуждение колебаний электронным пучком при отсутствии магнитного поля	261
3. СВЧ излучение магнитно-активной плазмы при возбуждении колебаний электронным пучком	264
4. Возбуждение плазменных колебаний ионным пучком	276
5. Особенности процессов переноса в плазме при возбуждении коллективных колебаний	277

ЧАСТЬ IV

Прием шумоподобных сигналов и выделение информации

Глава XII. СИГНАЛЫ И ПОМЕХИ ПРИ РАДИОМЕТРИЧЕСКОМ ПРИЕМЕ	287
1. Виды информации при радиометрическом приеме	287
2. Модели сигналов	289
3. Угловое разрешение источников СВЧ излучений	291
4. Помехи при радиометрическом приеме	295
5. Оптимальные алгоритмы выделения информации при наблюдении СВЧ сигналов естественных излучений	298
Глава XIII. ОБНАРУЖЕНИЕ И ВЫДЕЛЕНИЕ СИГНАЛОВ В ОДНОМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ	301
1. Модели одномерных изображений	301
2. Обнаружение сигналов в одномерных системах	302
3. Разрешение источников излучения	307
4. Оценки параметров шумовых сигналов	314
Глава XIV. ДВУМЕРНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ	318
1. Постановка задачи	318
2. Влияние свойств фона на структуру оптимальных фильтров	318
3. Подоптимальные фильтры	332
4. Реализация двумерных фильтров	333
Глава XV. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВУМЕРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ	336
1. Эффективность дискретной фильтрации	336
2. Эффективность аналоговых фильтров	343
Глава XVI. РАДИОМЕТРИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА, ПРИМЕНЯЕМАЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ СЛАБЫХ ШУМОВЫХ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЙ	352
1. Радиометрические приемники. Их чувствительность	352
2. Способы уменьшения паразитного влияния нестабильностей усиления	354
	389

3. Особенности построения радиометров дециметрового, сантиметрового, миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов	360
4. Особенности приема кратковременных сигналов	369
5. Приемники селективных СВЧ излучений	370
З а к л ю ч е н и е	372
Л и т е р а т у р а	373
Предметный указатель	383