

KARMAKAR P. R. “MICROWAVE PROPAGATION AND REMOTE SENSING: ATMOSPHERIC INFLUENCES WITH MODELS AND APPLICATIONS”.**Boca Raton, L., N. Y.: CRC Press. Taylor & Francis Group, 2012. 257 p.**

Включение в 1970-е годы методов и средств микроволновой диагностики в аэрокосмические наблюдения явилось, несомненно, знаменательной вехой в развитии всего дистанционного зондирования (ДЗ) Земли. Изучение и понимание микроволновых образов системы земная поверхность—атмосфера обеспечили принципиально иную (чем при использовании только оптического и инфракрасного диапазонов) физическую информативность микроволнового зондирования при изучении земных объектов. Именно это обстоятельство кардинально изменило как облик потенциальных спутниковых систем, предназначенных для зондирования Земли, так и характер и информативную насыщенность всего ДЗ. Очевидные достоинства микроволновой диагностики — возможность получения информации в любое время суток, широкий погодный диапазон, независимость от солнечного освещения — привлекли к ним внимание большого числа исследователей. Причем в целом ряде случаев именно эти обстоятельства были решающими на первых этапах внедрения радиофизических методов в задачи ДЗ. Однако дальнейшее развитие этих методов показало, что принципиальная значимость их введения в ДЗ лежит совсем в другой плоскости, а именно, в дифракционной природе взаимодействия электромагнитных волн микроволнового диапазона с шероховатыми элементами земной поверхности и с метеоструктурами в земной атмосфере и, с другой стороны, с особенностями квантового излучения физических объектов газовых составляющих в микроволновом диапазоне. Развитие и эволюция приборного парка и научно-исследовательских проектов микроволнового зондирования происходило, разумеется, весьма неоднородным и неравномерным образом. Тем не менее ситуация на сегодняшний день в ДЗ такова, что ни одна потенциально крупная спутниковая миссия по исследованию Земли не обходится без включения в нее пассивных и активных радиофизических приборов в той или иной конфигурации. Таким образом, понимание особенностей распространения электромагнитных волн в тропосфере является насущной задачей как для проектировщиков аппаратуры, так и для обработчиков получаемой информации. Именно решению этих проблем и посвящена рецензируемая книга.

Книга насчитывает 257 страниц текста, разбитого на семь содержательных глав. Приложен обширный список цитированной литературы к каждой главе.

Первая глава содержит обобщенный обзор основных принципов распространения электромагнитных волн в тропосфере, включая классификацию радиоволн в соответствии с механизмами распространения, особенности рефракции радиоволн, структуру тропосферного аэрозоля и характеристики осадков.

Во *второй главе* описаны основы структуры и поляризации электромагнитных волн при распространении как в свободном пространстве, так в диэлектрических средах.

В *третьей главе* детально описаны процессы отражения и преломления радиоволн на плоских поверхностях двух сред, а также теория распространения электромагнитных волн над плоской и сферической поверхностями Земли. Подробно описаны методики построения зон Френеля для сферической поверхности.

Четвертая глава посвящена рассмотрению вопросов атмосферной рефракции при распространении радио лучей во флуктуирующей атмосфере. При встрече радиоволны с вариациями атмосферного рефракционного индекса происходит искажение траектории луча. Знание основных типов и механизмов искажения траекторий при прохождении радиоволн через атмосферу очень важны для целого ряда дистанционных применений, таких как космическая геодезия. В главе рассматриваются рефракция радиолучей в сухом и влажном воздухе и, более детально, режим мерцаний, обусловленный турбулентным состоянием нерегулярных параметров атмосферы. При распространении радиоволн короче 1.5 см принципиальное значение имеет квантомеханический эффект поглощения электромагнитных волн молекулами водяного пара, кислорода, озона и ряда других газов. Именно особенности квантового излучения газового состава тропосферы в микроволновом диапазоне позволили сделать значительные шаги в дистанционном исследовании атмосферы.

В *пятой главе* детально анализируются результаты расчетов с учетом квантомеханических механизмов поглощения атмосферных газов и моде-

лирования метеорологических параметров по измеренным значениям затухания и собственного излучения.

Хорошо известно, что подавляющее количество воды в атмосфере содержится в виде водяного пара и только сравнительно незначительная часть – в виде гидрометеоров жидкой и твердой фазы. И тем не менее жидкие и твердые осадки играют важную роль в термо- и гидродинамике атмосферы, и на их изучение направлены различные виды ДЗ как непосредственно с поверхности Земли, так и при помощи спутниковых систем.

В *шестой главе* рассмотрены различные виды модельного представления характеристик затухания радиоволн миллиметрового диапазона в жидких осадках различной интенсивности. Подробно рассмотрены экспериментальные данные по высоте нулевой изотермы на различных континентах (Европа, Африка, Азия). При распространении радиоволн в жидких осадках важную роль играет распределение размеров капель. В главе приведены подробные экспериментальные результаты распределения размеров капель в осадках двух типов – конвективного типа и стратиформ в различных географических пунктах Индии.

Седьмая глава посвящена анализу характеристик затухания при наличии в атмосфере твердых осадков и осадков смешанного типа. Отдельно рассмотрены снежные осадки с кристаллами различного типа, градовые осадки, туманы, аэрозоли, облака безосадочного типа. Отдельная часть главы посвящена важной компоненте ДЗ – оценке количества водяного пара и содержанию жидкой воды в облаках при помощи микроволновых радиотепловых измерений с поверхности Земли. Автор показывает, что такой вид наблюдений за состоянием водяного пара дает существенно более высокую точность измерения, чем стан-

дартные радиозондовые данные. В главе приводится описание как одночастотного, так и двухчастотного алгоритмов восстановления содержания водяного пара. Глава содержит много полезной экспериментальной информации о содержании водяного пара в различных частях земного шара – в Индии, Бразилии, Китае, России, Перу, Аргентине.

В рецензируемой книге развит наиболее общий подход при изучении процессов взаимодействия электромагнитных волн радиодиапазона при их прохождении в газовой тропосфере при наличии гидрометеоров, предложены и детально рассмотрены экспериментальные дистанционные методики. Отмечено, что предложенный в книге модельный подход для полидисперсной среды может быть применен при изучении широкого класса природных объектов. Показано, что дистанционные микроволновые синхронные измерения в радиотепловом и скаттерометрическом режимах позволяют получить уникальную информацию о состоянии тропосферы. Можно полагать, что результаты, изложенные в книге, будут стимулировать серьезное расширение базы экспериментальных дистанционных измерений.

Резюмируя, следует высоко оценить выход в свет книги Р.К. Кармакар, которая вносит заметный вклад в изучение одного из важнейших проявлений взаимодействия океана и атмосферы. Кроме того, отметим, что книга может быть полезна очень широкому кругу читателей – от студентов и аспирантов до специалистов смежных профессий. Поскольку аналогичная книга отсутствует в русскоязычной научной литературе, следует рассмотреть вопрос о ее переводе на русский язык.

Е.А. Шарков