

**КОЭФФИЦИЕНТ ОТРАЖЕНИЯ
ОТ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОЧВЕННЫХ СТРУКТУР
В МИКРОВОЛНОВОМ ДИАПАЗОНЕ
ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ВЛАЖНОСТИ И ДИЗАЙНА СЛОЕВ***

А.А. Павлова, В.И. Суслиев, В.А. Журавлев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Приведен метод моделирования электромагнитного отклика от многослойных почвенных структур, учитывающий температурные, частотные и структурные свойства материалов. Приводятся результаты моделирования трехслойной почвенной структуры, состоящей из слоев суглинка с разной толщиной и глины. Влажность слоев менялась от 0 до 80 об.%. Показано, что различные реализации свойств слоев могут иметь близкие значения коэффициента отражения в определенных частотных областях. Предлагаются варианты преодоления этой неоднозначности.

Ключевые слова: диэлектрическая проницаемость, дистанционное зондирование, трехслойная среда, почва, влажность, дизайн, радиофизический метод, моделирование.

Введение

Исследование диэлектрической проницаемости позволяет получить информацию о структуре и строении материала, о физических механизмах взаимодействия электрического поля с веществом, о наличии дефектов в образцах и изделиях, что необходимо для развития научных представлений об окружающем мире и для ряда практических приложений. Диэлектрическая спектроскопия широко применяется для решения климатологических и экологических задач путем использования методов дистанционного зондирования атмосферы и поверхности Земли (ДЗЗ) [1]. Важнейшей характеристикой при этом является влажность почвенного покрова, которая определяет механическую прочность, влагопроводимость, капиллярно-сорбционный потенциал и др. [2]. Изначально осваивались оптический и ИК-диапазоны, которые удобны с точки зрения обработки результатов [3, 4]. Для преодоления проблем, связанных с суточной освещенностью, наличием облачности, применяются радиофизические методы, которые основаны на фундаментальном взаимодействии микроволнового излучения с материальными средами [5, 6]. Исторически сложилось, что наибольшее развитие получили аэрокосмические методы зондирования, которые хорошо зарекомендовали себя в определении влажности почвы на больших площадях, занятых агрокультурами. Недостатком аэрокосмических дистанционных микроволновых методов является малая разрешающая способность. Размер территории, излучающей в один пиксель радиометрического снимка, зависит от рабочей частоты, конструкции антенны и обычно составляет более 10 км [2]. Для регионов с «очаговым» расположением сельхозугодий, когда относительно небольшие поля находятся среди лесных участков, озер и болот, что характерно для Западной Сибири, требуются иные методы, ориентированные на решение локальных задач. Кроме того, современные агротехнические технологии – «точное земледелие» [7] – предполагают осуществление контроля за состоянием сельхозугодий в режиме реального времени для мониторинга динамики изменений, вызываемых внешними условиями, например, резким изменением погоды, а информация из спутников предоставляется с задержкой.

К настоящему времени разработаны аппаратные средства, с помощью которых можно осуществлять сбор информации в любой момент, интересующий агротехнических специалистов. Это георадары [8, 9] и радары, устанавливаемые на беспилотных летательных аппаратах [10]. Микроволновое излучение имеет еще одно преимущество перед оптическими методами: оно проникает на глубину и позволяет отслеживать рельеф распределения влажности в однородной почвенной среде или слоистую структуру, образованную различными видами почв, или наличие водоносных подповерхностных слоев.

Активный микроволновой метод исследования поверхностного слоя Земли основан на изучении отраженного электромагнитного сигнала, производимого отдаленным источником излучения,

* Исследование выполнено при поддержке Программы развития ТГУ («Приоритет-2030»).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>