

Научная статья
УДК 681.5/630.0

ЗОНДИРОВАНИЕ ЛЕСНОГО ПОЛОГА ПРИ ПОМОЩИ НАПРАВЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ

Вячеслав Евгеньевич Комаров¹, Сергей Петрович Санников²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ googliking@gmail.com

² ssp-2@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы исследования лесного полога. Предложено решение проблемы мониторинга состояния древостоя путем зондирования электромагнитной волной высокой частоты. Данное решение найдет применение в таксации и других лесохозяйственных работах.

Ключевые слова: деревья, РЛС, электромагнитные волны, плотность

Scientific article

PROBING THE FOREST CANOPY USING A DIRECTED ELECTROMAGNETIC WAVE

Vyacheslav E. Komarov¹, Sergei P. Sannikov²,

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ googliking@gmail.com

² ssp-2@mail.ru

Abstract. The article discusses the issues of forest canopy research. A solution to the problem of monitoring the state of the stand by probing with a high-frequency electromagnetic wave is proposed. This solution will find application in taxation and other Forestwork.

Keywords: trees, radar, electromagnetic waves, density

Проблема состояния древостоев с их ростом, болезнями и промышленным использованием продуктов леса волнует специалистов лесного хозяйства, лесозаготовителей и пр. Встает вопрос, каким способом получить достоверную информацию о количестве древесины и ее качестве. Инструмент для исследования диктует индустрия: летательные аппараты, космические спутники, также не забывают и о наземных измерительных устройствах.

Анализ некоторых работ показал, что для исследования используют самые разнообразные подходы и методы. Так, например, Пэн Гуан или Чжэн и Гуаннан Лей предложили метод фенологического анализа полога леса с помощью околоземного зондирования [1]. Авторы предложили по полученным снимкам поверхности Земли раскрасить отдельные участки в различные цвета по характеру состояния лесов.

Исследователи во главе с В. А. Усольцевым предложили другой способ анализа состояния фитомассы у лиственных пород деревьев с использованием аллометрических моделей в оптическом диапазоне энергией лазера [2]. Им удалось разработать базу данных о фитомассе деревьев с 1337 определениями. Используя метод лазерной локации с летательного аппарата, построили визуальные модели сосны, ели и березы.

Исследователи В. П. Якубов, Е. Д. Тельпуховский из Томска совместно с Красноярским научным центром СО РАН еще в 2001–2002 гг. провели экспериментальные работы по использованию радиолокатора в диапазоне от 0,5 до 3,5 ГГц, затем в диапазоне от 1 до 12 ГГц [3]. В эксперименте были использованы радиолокационные станции (РАС) с различной электромагнитной модуляцией зондирующего сигнала. Лучшие результаты удалось получить при горизонтальной поляризации. Они предложили уникальный метод настройки (юстировки) радиолокатора при помощи углового отражателя с размером сторон 1 м (рис. 1) [3].



Рис. 1. Сверхширокополосный импульсный радиолокатор для зондирования лесного покрова и углового отражатель (справа)

Характерной особенностью зондирования являются подходы, которые рассматривают лесной полог как объект, состоящий из большого количества рассеивающих элементов (листья, сучья, ветви и побеги, стволы), каждый из которых требует для своего описания несколько параметров: геометрических (форма и размеры деревьев) и электрофизических (комплексная диэлектрическая проницаемость). В результате соотношения для решения обратных задач восстановления

характеристик леса становятся многопараметровыми, и возникают трудности для единственной интерпретации полученных выводов. Лесная среда представляет собой сложную неоднородную среду для распространения радиоволн, стандартные подходы к описанию которой не вполне приемлемы. Основные таксационные показатели, определяющие фитомассу дерева и включенные в сформировавшуюся базу данных, – это возраст, диаметр ствола, высота дерева, длина и диаметр кроны, а также густота деревьев [2].

Целью работы является разработка системы получения общей информации о состоянии древостоев и лесного полога при помощи электромагнитных волн. Задачей – разработка предложений, связанных с параметрами радиолокационной системы и подходов по обработке полученной информации.

Исходя из того, что лесной полог очень чувствителен к росту, состоянию здоровья растений и изменению погодных условий, предложить оптимальное решение разработки РЛС для достижения результата. Поэтому исследованием является получение изображений временных последовательностей в смешанных лесах с использованием метода дистанционного зондирования леса для отслеживания сезонных колебаний цветового индекса и выбора оптимального цветового индекса.

Представление лесного полога как неоднородной среды, характеризующейся эффективной диэлектрической проницаемостью, дает точное решение поставленной задачи дистанционного зондирования и возможность определения средней высоты древостоя, но, с другой стороны, представляет определенные трудности для практического использования.

Для зондирования выбрана металлическая вышка около 40 м, антенны с диаметром 1,7 м и сверхширокополосные излучатели с диапазоном частот 1–35 ГГц (рис. 2). Установим горизонтальную поляризацию волн. Для зондирования был выбран однородный лиственный лес 40-летнего возраста с усредненной высотой 15 м. Подстилающий слой состоит из опавших листьев.

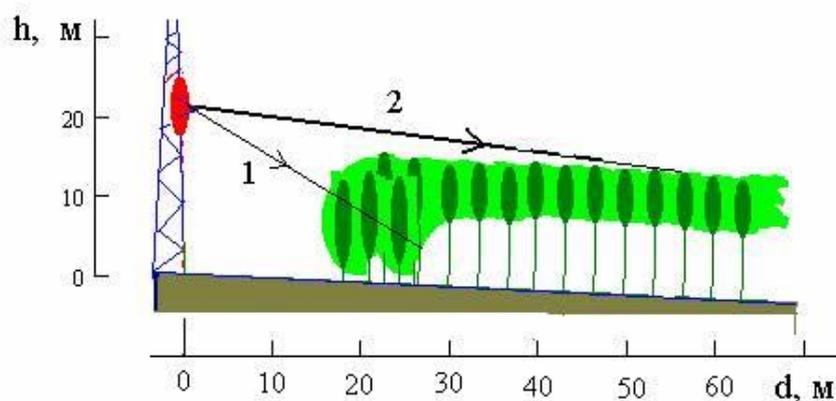


Рис. 2. Схема зондирования лесного полога

Выбранное расположение приемопередающих антенн создавало полную имитацию аэрокосмической схемы зондирования.

Зондирование выполняется путем излучения радиоволн, проходящих через лесной полог, которые возвращаются после столкновения с отражателями, и на приемнике выводятся полученные данные.

Вывод: данное автоматизированное изобретение позволяет облегчить работу при измерении средней высоты деревьев и восстановлении лесотаксационных параметров лесного полога.

Список источников

1. Analysis of canopy phenology in man-made forests using near-earth remote sensing, / P. Guan, Yi. Zheng G. Lei Guan [et al.] // Plant Methods. – 2021. – P. 1–15. – URL: <https://plantmethods.biomedcentral.com/articles/10.1186> (дата обращения: 22.02.2023).

2. Аллометрические модели фитомассы древесины лиственных пород Евразии и перспективы их использования при дистанционном зондировании лесов / В. А. Усольцев, Ю. В. Норицина, Д. В. Норицин [и др.] // Эко-потенциал. – №1 (13). – 2016. – С. 7–19. – URL: <https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/5514/1/Usoltsev.pdf> (дата обращения: 22.02.2023).

3. Сверхширокополосное зондирование лесного полога / В. П. Якубов, Е. Д. Тельпуховский, Г. М. Цепелев [и др.] // Журнал радиоэлектроники. – Томский государственный университет, 2002. – № 10. – URL: <http://jre.cplire.ru/alt/oct02/2/text.html> (дата обращения: 22.02.2020).