ISARD-2025-polar011

Поляриметрическое зондирование облаков в полярных широтах

Виктория А. Фалалеева[1] , Борис А. Фомин[2] , Александр В. Чернокульский[1] , Алексей Е. Мамонтов[1] , Арсений Ю. Артамонов[1]

[1] A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics, Russian Academy of Sciences
[2] Central Aerological Observatory

victory@ifaran.ru

Облачность играет существенную роль в радиационном балансе полярных широт, наиболее чувствительных к климатическим изменениям. Дистанционное зондирование облаков в полярных районах представляет значительную сложность из-за низкого видимого и температурного контраста с подстилающей поверхностью. Однако поляризация излучения, возникающая при рассеянии на облачных частицах, может служить ключевым параметром для восстановления их микрофизических и оптических характеристик.

Для оценки потенциала поляриметрических измерений проведены численные эксперименты с использованием модели переноса излучения Fast Line-by-Line Model (FLBLM), рассчитывающей параметры Стокса уходящего солнечного и теплового излучения в видимом, ближнем и тепловом ИК-диапазонах. Исследованы различные сценарии облачности (оптическая толщина, высота, фазовый состав) и типы подстилающей поверхности (лёд/открытая вода). Результаты показали, что линейная поляризация солнечного излучения демонстрирует чувствительность ~10% к изменению облачной структуры, сохраняя стабильный уровень даже при снижении альбедо и интенсивности сигнала, регистрируемого спутником. Тепловое излучение проявляет слабую поляризацию (~1%), заметную лишь на лимбовых трассах, что ограничивает, но не исключает его применение. Во всех численных экспериментах использовалось высокое спектральное разрешение (0.1 $см^{-1}$ и лучше), что способствует послойному анализу атмосферы, поскольку позволяет выделять вклад различных высот за счёт разной глубины проникновения излучения в спектральных линиях. В частности, высокое спектральное разрешение помогает исключить влияние подстилающей поверхности и нижних слоёв атмосферы в сильных полосах поглощения атмосферных газов.

Современные спутниковые системы редко сочетают высокое спектральное разрешение с поляриметрическими возможностями, что снижает их эффективность для задач облачного зондирования. Разработка новых приборов, обладающих обоими свойствами, могла бы значительно повысить точность восстановления параметров облачности в полярных районах. Модель FLBLM может быть использована для оптимизации параметров будущих спутниковых экспериментов, включая выбор спектральных диапазонов и геометрии наблюдений. Таким образом, пассивное поляриметрическое зондирование обладает значительным потенциалом для мониторинга облачности в полярных широтах, но требует дальнейшего развития инструментальной базы.

Работа поддержана грантом РФФИ 16-35-00585.

This research has been supported by:

1. "РФФИ", grant 16-35-00585