ISARD-2025-remote010

Восстановление параметров атмосферного аэрозоля при помощи прибора ODS (Optical Depth Sensor)

Владимир С. Хоркин[1] , Анна А. Федорова[1] , Юрий С. Доброленский[1] , Илья А. Дзюбан[1] , Никита А. Вязоветский[1] , Андрей Ю. Титов[1] , Олег И. Кораблев[1]

[1] Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences

vs_khorkin@mail.ru

Прибор ODS (Optical Depth Sensor) был разработан в ИКИ РАН для миссии ЭкзоМарс-2022. Данный прибор входил в состав метеокомплекса посадочной платформы и предназначался для длительного наблюдения за состоянием атмосферы Марса и взвешенного в ней аэрозоля. Прибор ODS позволяет определить среднесуточное значение аэрозольной оптической толщины, а также параметров распределения частиц аэрозоля по размерам. В случае марсианской атмосферы аэрозоль имеет важное значение для климата планеты – он изменяет радиационный баланс, рассеивая солнечное излучение, также частицы атмосферного аэрозоля являются ядрами конденсации, что влияет на циклы воды и CO_2 льда в атмосфере. Осаждаясь на поверхность планеты, аэрозоль меняет ее альбедо, что наибольшим образом сказывается в полярных областях Марса [Haberle R., et al, 2017]. Поэтому длительное наблюдение за состоянием марсианской атмосферы и её динамикой является актуальной и важной задачей.

В настоящее время, после отмены миссии ЭкзоМарс-2022, прибор ODS используется для проведения измерений в условиях земной атмосферы. Основным принципом работы прибора является измерение в течение дня величины прямого солнечного излучения и рассеянного атмосферой [Хоркин В.С., и др., 2023]. В работе рассмотрена конструкция и основные характеристики прибора, которые позволяются в разное время суток измерять как рассеянное атмосферой излучение, так и сумму рассеянного и прямого солнечного излучения. Среднесуточное значение аэрозольной оптической толщины τ атмосферы определяется в двух спектральных каналах – синем (λ = 320-500 нм) и красном (λ = 700-1050 нм). Подробно анализируется методика обработки данных при помощи созданной модели, которая описывает свойства атмосферы в приближении псевдосферической геометрии. Расчеты величины рассеянного излучения проводились методом сферических гармоник и дискретных ординат с учетом многократного рассеяния при помощи программы Shdom [Evans, 2007]. В ходе расчетов учитывалось аэрозольное ослабление, рэлеевское рассеяние, а также газовое поглощение атмосферы. Используя перечисленные механизмы ослабления излучения в атмосфере планеты, моделировался выходной сигнал с прибора ODS для различных состояний атмосферы. Рассчитанные значения использовались для обработки результатов наземных полевых измерений, проводившихся в ИКИ РАН в 2022-2024 гг., удаленного определения положения прибора в ходе измерений, восстановления аэрозольной оптической толщины и параметров распределения аэрозоля по размерам. На данном этапе получено хорошее совпадение теоретических и экспериментальных зависимостей, что позволяет восстановить аэрозольную оптическую толщину атмосферы τ с точностью 0.05.

***Ключевые слова*:** аэрозольная оптическая толщина, аэрозоль, поглощение, рассеяние, SHDOM.

***Литература*:**

1. Haberle R., Clancy R., Forget F., Smith M., Zurek R., The Atmosphere and Climate of Mars. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2017. 588 p.
2. Хоркин В. С., Федорова А. А., Доброленский Ю. С., Кораблев О.И., Вязоветский Н.А., Дзюбан И.А., Сапгир А.Г., Титов А.Ю., Толедо Д., Помро Ж.-П., Ранну П., Прибор ODS миссии «ЭкзоМарс-2022»: моделирование и наземные полевые измерения // Астрон. вестн.: Исслед. Солнечной системы. 2023. Т. 57. № 4. С. 307–318. doi: 10.31857/S0320930X23040059.
3. K.F. Evans, Journal of the Atmospheric sciences–special section, p.3854-3864, 2007, doi: 10.1175/2006JAS2047.1