ISARD-2025-upper008

Структура верхней атмосферы Марса по данным затменного эксперимента ACS миссии ExoMars/TGO

Дария А. Коссова[1,2] , Денис А. Беляев[1] , Екатерина Д. Стариченко[1] , Анна А. Федорова[1] , Александр Ю. Трохимосвский[1] , Франк Монтмессан[3] , Олег И. Кораблев[1]

[1] Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences
[2] National Research University Higher School of Economics
[3] LATMOS/CNRS, France

dakossova@edu.hse.ru

В работе исследуются высоты средней и верхней атмосферы Марса - мезосфера (выше ~50 км) и термосфера (выше 100-120 км) - вплоть до экзобазы для молекулы CO2 (180-220 км). Рассматриваются сезонные вариации переходных областей верхней атмосферы: мезопаузы, находящейся на высотах около 80-120 км, где наблюдается температурный минимум, а также гомопаузы, расположенной на 10-20 км выше, где турбулентная диффузия меняется на молекулярную, индивидуальную для каждой компоненты. Вариации высоты и температуры мезо/гомопаузы, а также экзобазы, обусловлены сезонной изменчивостью, солнечной активностью, в том числе и вертикальным переносом энергии, вызванным глобальной циркуляцией и атмосферными волнами [1, 2].

В работе представлены вертикальные распределения температуры и концентрации CO2, измеренные российским спектрометром АЦС (ACS - Atmospheric Chemistry Suite), работающего на борту орбитального модуля Trace Gas Orbiter (TGO) миссии ExoMars-2016 [3]. С апреля 2018 года канал ACS среднего инфракрасного диапазона (ACS-MIR, 2.2-4.3 мкм) осуществляет зондирование атмосферы Марса в режиме солнечных затмений. Концентрация и температура восстанавливаются по спектрам атмосферного пропускания, измеренных в линиях поглощения CO2 около 2.7 мкм с высоким спектральным разрешением, охватывая высоты от 10 до 180 км - тропосферу, мезосферу и термосферу Марса [4]. В работе показаны результаты наблюдений за 2.5 марсианских года (MY) – от середины MY34 до конца MY36 – с сезонными и широтными вариациями температуры и высоты мезопаузы, гомопаузы и экзобазы. Зона гомопаузы определяется по сопоставлению коэффициентов молекулярной (CO2) и турбулентной диффузий при условии насыщения атмосферных гравитационных волн около 80-120 км [5], которые по данным ACS регистрируются в вертикальных профилях температуры [2]. В работе также приведена валидация данных ACS с солнечными затмениями спектрометра EUVM миссии MAVEN [6] и с моделью глобальной циркуляции GCM [1].

Исследование выполняется при поддержке гранта РНФ № 25-22-00494, https://rscf.ru/project/25-22-00494/.

Литература:

[1] González-Galindo F. et al., 2015. Variability of the Martian thermosphere during eight Martian years as simulated by a ground-to-exosphere global circulation model. J. Geophys. Res. Planets, https://doi.org/10.1002/2015JE004925.

[2] Starichenko E. et al., 2024. Climatology of gravity wave activity based on two Martian years from ACS/TGO observations. A&A, https://doi.org/10.1051/0004-6361/202348685.

[3] Korablev O. et al., 2018. The Atmospheric Chemistry Suite (ACS) of three spectrometers for the ExoMars 2016 trace gas orbiter. Space Science Reviews, https://doi.org/10.1007/s11214-017-0437-6.

[4] Belyaev D. et al., 2022. Thermal structure of the middle and upper atmosphere of Mars from ACS/TGO CO2 spectroscopy. J. Geophys. Res. Planets, https://doi.org/10.1029/2022JE007286.

[5] Slipski M. et al., 2018. Variability of Martian turbopause altitudes. J. Geophys. Res. Planets, https://doi.org/10.1029/2018JE005704.

[6] Thiemann E. et al., 2018. Mars thermospheric variability revealed by MAVEN EUVM solar occultations: Structure at aphelion and perihelion and response to EUV forcing. J. Geophys. Res., https://doi.org/10.1029/2018JE005550.

This research has been supported by:

1. "РНФ", grant 25-22-00494