ISARD-2025-upper005

Насыщение водяного пара в мезосфере и термосфере Марса по данным затменного эксперимента ACS миссии ExoMars/TGO

Денис А. Беляев[1], Анна А. Федорова[1], Александр Трохимовский[1], Мария Жарикова[1], Михаил С. Лугинин[1], Франк Монтмессан[2], Олег И. Кораблев[1]

[1] Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences
[2] LATMOS/CNRS, France

dbelyaev@cosmos.ru

В работе представлено распределение содержания и уровня насыщения водяного пара в мезосфере и термосфере Марса, на высотах от 50 до 125 км. Статистика наблюдений охватывает высотные профили, измеренные в марсианские годы (MY) с середины 34-го (Июнь 2028 г.) по конец 37-го (Ноябрь 2024 г.), включая последнюю глобальную пылевую бурю, случившуюся в 34-м MY. Наши результаты основаны на измерениях солнечного затмения в диапазоне длин волн 2.66-2.70 мкм, выполненных российским прибором АЦС (ACS - Atmospheric Chemistry Suite) на борту орбитального аппарата ExoMars Trace Gas Orbiter (TGO) [1]. Наблюдения в указанном спектральном интервале проводятся каналом высокого разрешения ACS-MIR, регистрирующем в спектрах атмосферного пропускания линии поглощения молекул CO_2 и H_2O. Это позволяет восстанавливать вертикальные профили температуры, давления и концентрации молекул в слоях мезосферы и термосферы [2].

По результатам нашего эксперимента, максимальное содержание водяного пара ркгулярно наблюдается сезон перигелия (лето в южном полушарии), а также во время пылевых бурь. В эти периоды повышенное содержание паров воды в мезосфере (50-100 км) варьируется в пределах 100-200 ppm (частей на миллион) и они достигают высот нижней термосферы, 100-125 км, с содержанием 20-50 ppm. С другой стороны, в сезон афелия (зима в южном полушарии) водяной пар задерживается в нижней атмосфере и его содержание на превышает значений 1-2 ppm. Одновременные измерения высотных профилей концентрации H_2O, температуры и давления позволили оценить уровень насыщения паров воды в исследуемых слоях атмосферы. Условия перенасыщение водой наблюдаются именно в сезон в перигелия выше 80 км, где отношение парциального давления H_2O превышает давление насыщенного пара в 10 раз. Аналогичные значения были получены и по измерениям в ближнем инфракрасном диапазоне прибора ACS-NIR на высотах мезосферы [4]. Наблюдаемый сезонный всплеск содержания и насыщения водяного пара в транзитной зоне мезосферы/термосферы увеличивает концентрацию атомарного водорода, освобождаемого в результате фотолиза молекулы H_2O на этих высотах. Это впоследствии увеличивает его диссипацию с планеты и подтверждает механизм регулярной, сезонной потери воды Марсом. Исследование выполняется при поддержке гранта РНФ №23-12-00207.

Ссылки:

[1] Korablev O.I. 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. [2] Belyaev D.A. et al., 2021. Revealing a high water abundance in the upper mesosphere of Mars with ACS onboard TGO. Geophysical Research Letters. https://doi.org/10.1029/2021GL093411. [3] Belyaev D.A. et al., 2022. Thermal structure of the middle and upper atmosphere of Mars from ACS/TGO CO2 spectroscopy. Journal of Geophysical Research: Planets. https://doi.org/10.1029/2022JE007286. [4] Fedorova A.A. et al., 2022. A two-Martian years survey of the water vapor saturation state on Mars based on ACS NIR/TGO occultations. Journal of Geophysical Research: Planets. https://doi.org/10.1029/2022JE007348.

This research has been supported by:

1. "Российский научный фонд", grant 23-12-00207