Stars-2025-Exoplanets005

О влиянии планетарного магнитного поля на ослабление потока высыпающихся электронов в атмосферу Земли

Дмитрий В. Бисикало[1,2] , Валерий И. Шематович[2] , Андрей Г. Жилкин[2] , Григорий Н. Цуриков[2]

[1] National Centre for Physics and Mathematics, Russia
[2] Institute of Astronomy of the Russian Academy of Sciences

bisikalo@inasan.ru

Молекула NO является индикатором N_2-O_2 атмосферы планеты земного типа [1], а ее спектральные линии возможно обнаружить на ближайших (<30 пк) экзопланетах с помощью планируемого космического телескопа «Спектр-УФ» [2]. Из наблюдений земной термосферы известно [3], что NO эффективно формируется при высыпании электронов с энергиями 1 – 10 кэВ. Так как концентрация NO зависит от потока энергии высыпающихся электронов [4], Q_0, то если определить содержание NO на планете с разным собственным магнитным полем, B_{pl}, можно независимо оценить, как B_{pl} влияет на ослабление Q_0.

Чтобы сделать такую оценку мы сравнили содержание NO для двух случаев при разных значениях B_{pl}: а) на Земле ($B_{pl} = B_{\oplus}$) и б) на планете без собственного магнитного поля ($B_{pl} = 0$). Содержание NO для планеты с $B_{pl} = B_{\oplus}$ мы взяли из спутниковых наблюдений земной атмосферы. Проверенная на Земле численная модель образования NO [4] была использована для планеты с $B_{pl} = 0$. Чтобы определить параметры высыпающихся e^- для случая б), мы использовали МГД модель взаимодействия звездного ветра с атмосферой планеты земного типа с $B_{pl} = 0$, которая прошла валидацию на примере Венеры [5].

По результатам расчетов определено, что общее число молекул NO на планете с $B_{pl}=0$ больше, чем на Земле в ≈10 раз (рассматриваются условия спокойного Солнца). Соответствующий вывод можно сделать и для потока энергии Q_0, который за счет наличия B_{pl} у планеты ослабевает на порядок величины по сравнению с планетой без магнитного поля. Полученная оценка показывает роль магнитного поля Земли в качестве защитного механизма к высыпанию электронов.

[1] L. Sproß, et al. Astronomy Reports. 65 (2021) 4.

[2] Г. Цуриков и др. Астрономический Журнал. 102 (2025) 2.

[3] C. Barth, et al. Geophysical Research Letters. 31 (2004) L04809.

[4] V. Shematovich, et al. Astronomy Reports. 68 (2024) 12.

[5] A. Zhilkin, et al. Astronomy Reports. 68 (2024) 12.

This research has been supported by:

1. "Российский научный фонд", grant 22-12-00364-П