УБЕГАНИЕ АТМОСФЕР ГОРЯЧИХ НЕПТУНОВ

Е. С. Калиничева, В. И. Шематович, Я. Н. Павлюченков

Институт астрономии РАН

В настоящей работе при помощи одномерной самосогласованной модели [1] был произведен расчет убегания атмосферы для планет класса горячих нептонов. У рассматриваемых объектов обнаружена двухуровневая структура атмосферы.

ATMOSPHERIC ESCAPE OF CLOSE-IN NEPTUNES

E. S. Kalinicheva, V. I. Shematovich, Ya. N. Pavlyuchenkov

Institute of Astronomy RAS

We used the previously developed self-consistent 1D model of hydrogen-helium atmosphere with suprathermal electrons accounted [1] to calculate the rate of close-in Neptune atmospheric loss. The two-scale structure of the close-in (hot) Neptune atmosphere was found.

Экзопланеты со значительными водородно-гелиевыми атмосферами были открыты в большом количестве, многие из них находятся на очень близких к родительской звезде орбитах. Чрезвычайно высокий уровень излучения вызывает у таких планет гидродинамическое убегание атмосферы. Подобное наблюдается посредством транзитной спектроскопии у нескольких близких систем с горячими юпитерами, суперземлями и мини-нептунами. Горячие нептоны — это внесолнечные планеты с массами и радиусами порядка соответствующих параметров планеты Нептун Солнечной системы, но с гораздо более высокими температурами на уровне термосферы, до 10 000 К. Это повышение температуры вызвано поглощением высокоэнергетичного потока от родительской звезды, по отношению к которой планета расположена очень близко.

Несмотря на обнаружение большого числа внесолнечных юпитеров и земель на близких к родительской звезде орбитах, количество горячих нептонов (0.6—18 масс Нептуна, орбитальный период меньше трех дней) оказалось очень маленьким. Соответствующая

область на диаграмме масса—период названа «Пустыней горячих нептонов». Общепринятое объяснение этому явлению состоит в том, что такие планеты не обладают достаточной массой, чтобы удерживать свою газовую оболочку, которая утекает под действием жесткого ультрафиолетового излучения родительской звезды. Чтобы проверить эту гипотезу, мы использовали ранее созданную самосогласованную одномерную аэрономическую модель водородно-гелиевой атмосферы, включающую надтепловые электроны [1]. При проведении расчетов была обнаружена двухуровневая структура атмосферы горячего нептона: нижняя часть атмосферы более массивная, имеет экспоненциальный спад плотности, в то время как плотность верхней части атмосферы, короны, изменяется по степенному закону. Представлены зависимости темпа потери массы от параметров орбиты и возраста родительской звезды. Мы пришли к выводу, что наличие Пустыни горячих нептонов не может объясняться только лишь потерей атмосферы за счет жесткого звездного излучения [2]. В случае относительно маломассивных горячих нептонов оценка верхнего предела оттока массы совпадает с оценками [3] уровня фотоиспарения атмосферы. В случае более массивных горячих нептонов подобный механизм не приводит к потере значительной доли атмосферы.

Работа была выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-12-00447.

Библиографические ссылки

1. *Ionov D. E., Shematovich V. I., Pavlyuchenkov Ya. N.* Influence of Photoelectrons on the Structure and Dynamics of the Upper Atmosphere of a Hot Jupiter // *Astronomy Reports*. — 2017. — Vol. 61, iss. 5. — P. 387–392.
2. *Ionov D. E., Pavlyuchenkov Ya. N., Shematovich V. I.* Survival of a planet in short-period Neptunian desert under effect of photo-evaporation // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. — 2018. — Vol. 476, iss. 4. — P. 5639–5644.
3. *Owen J. E.* Atmospheric Escape and the Evolution of Close-In Exoplanets // *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. — 2019. — Vol. 47. — P. 67–90.