

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЗАГАДОЧНОГО НЕОБНАРУЖЕНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ В ЛИНИЯХ ГЕЛИЯ, УГЛЕРОДА И КИСЛОРОДА В АТМОСФЕРЕ ТЕПЛОГО НЕПТУНА GJ-436b

Теплые Нептуны, GJ436b, космическая плазма, транзитная спектроскопия, звездно-планетные взаимодействия

Поверхности горячих экзопланет нагреваются излучением родительской звезды, что приводит к интенсивному тепловому истечению и потере массы верхних атмосфер с преобладанием водорода. Транзитные поглощения широко используются для зондирования верхних слоев экзопланетных атмосфер, позволяя получить информацию о составе, температуре, плотности и физических процессах, происходящих при взаимодействии со звездным излучением и ветрами.

Атмосферы многих горячих экзопланет состоят в основном из водорода, а потому транзитные поглощения чаще всего наблюдались в водородных линиях, например в линии Ly- α . С ее помощью было обнаружено истечение планетарного вещества за полость Роша, и прочие эффекты, связанные с интенсивным взаимодействием планетарного и звездного вещества и излучения. Однако линия Ly- α сильно поглощается в межзвездной среде и загрязняется геокоронарным излучением. Поглощение в линии метастабильного гелия HeI(2^3S) при $\lambda=10830$ Å предлагает альтернативный способ зондирования испаряющихся экзопланетных атмосфер. На неё не влияет межзвездная среда, и её можно наблюдать в наземные телескопы с высоким разрешением.

Для правильной интерпретации характеристик спектрального транзита горячих юпитеров требуются комплексные и сложные модели. В данной работе для интерпретации транзитных наблюдений атмосферы теплового Нептуна GJ-436b использовалась трехмерная газодинамическая модель, учитывающая процессы рекомбинации и фотохимии водородно-гелиевой плазмы [1, 2], рассматривающая водородную и гелиевую компоненты как отдельные жидкости. Комплексное моделирование в линиях HeI(2^3S), OI и CII позволяет выявить причины не обнаружения транзитных поглощений в этих линиях [3, 4] несмотря на чрезвычайно глубокий и длительный транзит в Ly- α [5, 6].

Работа выполнена при поддержке проектов Министерства науки и высшего образования РФ 075-15-2020-780.

Ссылки:

- [1] Shaikhislamov I. F. et al. 3D Aeronomy modelling of close-in exoplanets //Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2018. V. 481. №. 4. P. 5315.
- [2] Shaikhislamov I. F. et al. Global 3D hydrodynamic modelling of absorption in Ly α and He 10830 A lines at transits of GJ3470b //Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2021. V. 500. №. 1. P. 1404.
- [3] Nortmann, L., Pallé, E., Salz, M., Sanz-Forcada, J., Nagel, E., Alonso-Floriano, F. J., ... & Zapatero Osorio, M. R. (2018). Ground-based detection of an extended helium atmosphere in the Saturn-mass exoplanet WASP-69b. *Science*, 362(6421), 1388-1391.
- [4] Loyd, R. P., Koskinen, T. T., France, K., Schneider, C., & Redfield, S. (2017). Ultraviolet C ii and Si iii Transit Spectroscopy and Modeling of the Evaporating Atmosphere of GJ436b. *The Astrophysical Journal Letters*, 834(2), L17
- [5] Lavie, B., Ehrenreich, D., Bourrier, V., Des Etangs, A. L., Vidal-Madjar, A., Delfosse, X., ... & Wheatley, P. J. (2017). The long egress of GJ 436b's giant exosphere. *Astronomy & Astrophysics*, 605, L7.
- [6] Ehrenreich D. et al. A giant comet-like cloud of hydrogen escaping the warm Neptune-mass exoplanet GJ 436b //Nature. 2015. V. 522. №. 7557. P. 459-461.

