

Коррекция волнового фронта методом несбалансированного интерферометра для
звездной коронографии экзопланет

Ю.О. Безымянникова^{1,2}, А.В. Тавров²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Институт космических исследований РАН

Наиболее перспективной ветвью развития изучения экзопланет является получение непосредственного изображения последних со спектральным анализом [1, 2], что можно осуществить, построив космической телескоп метрового класса, вынесенный в космос, на котором установлен коронограф и который работает в режиме дифракционно-ограниченного разрешения. Но дифракция на апертуре телескопа и ошибки волнового фронта (ВФ) (возникающие из-за неидеальности оптики) затрудняют получение изображения планеты в ближайшей окрестности звезды (на угловом удалении порядка нескольких дифракционных радиусов λ/D , где λ – длина волны, D – диаметр апертуры телескопа)[3]. Коронограф позволяет получить изображение экзопланеты на угловом расстоянии от звезды порядка единиц λ/D (разрешения телескопа). Однако этот прибор успешно работает только при почти идеальном качестве волнового фронта ($\lambda/1000 \dots \lambda/10000$) - СКО, тогда как после прохождения телескопа, волна видимого диапазона имеет ошибку $\lambda/10$.

В настоящей работе исследована проблема получения прямого изображения экзопланеты, ограниченная недостаточной точностью волнового фронта [4]. В основе работы оценен и промоделирован метод прецизионной коррекции фазы волнового фронта, который, по сделанным в работе оценкам, позволит в будущем решить задачу получения прямого изображения экзопланеты.

Был проведен анализ метода прецизионной коррекции фазы волнового фронта с помощью существенно несбалансированного по амплитуде интерферометра в общем, предложено возможное точное аналитическое решение и произведены численные расчеты, позволяющие сделать выводы о границах применения этого метода и о выигрыше в точности, который он позволяет сделать. Согласно результатам численного моделирования, качество ВФ становится лучше приблизительно на 2 порядка относительно стандартных методов. С точностью ДЗ $\sim \lambda/700$ возможна коррекция с качеством $\sim \lambda/10000$ (СКО), что позволяет достичь коронографического контраста $\sim 10^{-9}$ при числе элементов ДЗ 32×32 .

Также, в ходе работы, было найдено точное решение задачи, смоделировано поведение волнового фронта при различном числе отсчетов на актюатор. Полученное в результате

моделирования качественное и количественное погашение света для точного решения позволило сделать вывод о том, что предложенный метод напрямую применим для решения поставленных выше задач.

Литература

1. *Perryman M.* The Exoplanet Handbook. – Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
2. *Traub W. A., Oppenheimer B. R.* Direct Imaging of Exoplanets. – Tucson: University Arizona Press, 2010.
3. *Labeyrie A., Lipson S., Nisenson P.* An introduction to optical stellar interferometry. – Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
4. *Davies R., Kasper M.* Adaptive Optics for Astronomy. – Annual Review of Astronomy and Astrophysics. – 2012. – С. 305-351.