

## **1. Авторы**

Oleg Ya. Yakovlev, V.I. Ananyeva, A.E. Ivanova, A.V. Tavrov

(О.Я. Яковлев, В.И. Ананьева, А.Е. Иванова, А.В. Тавров)

## **2. Название**

Comparison of the mass distributions of short-period exoplanets detected by transit and RV methods

## **3. Ссылка на публикацию**

Oleg Ya Yakovlev, V I Ananyeva, A E Ivanova, A V Tavrov, Comparison of the mass distributions of short-period exoplanets detected by transit and RV methods, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters, Volume 509, Issue 1, January 2022, Pages L17–L20

<https://doi.org/10.1093/mnrasl/slab115>

## **4. Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность**

Масса — фундаментальный параметр планеты, распределение по которому важно для понимания распространенности планет разных типов в Галактике. Основными методами обнаружения экзопланет и определения их параметров являются метод транзитной фотометрии (транзитный) и метод лучевых скоростей (RV). Этими методами обнаруживаются две отдельные независимые выборки экзопланет. Для определения истинного распределения экзопланет по массе необходимо учитывать эффекты наблюдательной селекции, которые зависят от метода исследования. Сравнение распределений по массе, полученные независимо для двух выборок разными методами, позволяет приблизиться к определению истинного распределения экзопланет по массе в Галактике и проверить используемые подходы, с помощью которых корректируется селекция.

## **5. Конкретно решаемая в работе задача и ее актуальность.**

В предыдущих работах нашей группы распределения экзопланет по массе были получены для двух выборок (рис. 1 в статье): 1. обнаруженных космическим телескопом «Кеплер» транзитным методом [1 в статье] и 2. обнаруженных RV методом [2]. Эти распределения были получены после коррекции эффектов наблюдательной селекции, при этом между ними наблюдались значимые различия. Целью данной работы является определение причин различий в полученных распределениях.

## **6. Используемый подход, его новизна и оригинальность**

Для объяснения различий в распределениях, прежде всего, исследуемые выборки экзопланет были ограничены по массе и периоду, так как в [1] и [2] рассматриваемые диапазоны этих параметров отличались.

RV методом возможно определить только проективную массу экзопланеты — произведение истинной массы экзопланеты на синус наклона ее орбиты (нижняя оценка массы). Массы экзопланет, обнаруженных транзитным методом, определяются либо RV методом (в большинстве случаев), либо методом измерения вариации времени наступления транзита (TTV). В первом случае (RV) измеряется истинная масса. Во втором (TTV) — номинальная масса, зависящая от эксцентриситета орбиты, который остается неизвестным. Номинальная масса может существенно отличаться от истинной, а в некоторых случаях может и не быть физической (объекту с такой массой и радиусом соответствует плотность, превышающая плотность железа). Кроме того, массовое распределение таких экзопланет смещено из-за эффекта селекции, отличного от эффекта RV распределения, который необходимо учитывать отдельно. Поэтому экзопланеты с массой TTV были

исключены. Причем в используемой нашей группой и наиболее полной базе данных экзопланет (NASA Exoplanet Archive) нет разделения между массами транзитных экзопланет, определенных RV и TTV методами. Поэтому отдельной задачей являлось узнать из оригинальных публикаций для рассматриваемых примерно 300 транзитных экзопланет, каким образом была определена их масса. Далее распределения были скорректированы с учетом эффектов наблюдательной селекции, следуя [1] и [2]. Для сравнения рассматриваемых распределений масс транзитных экзопланет было проведено преобразование к проективному распределению масс. Соответствие распределений проверялось статистическим методом (тест Колмогорова-Смирнова).

### **7. Полученные результаты и их значимость**

Полученные распределения представлены на рис. 3. В области средних и больших масс наблюдается полное соответствие между распределениями. В области малых масс распределения не совпадают, но наклоны обоих распределений близки. Недостаток RV экзопланет в этой области по сравнению с транзитными экзопланетами объясняется большей технической сложностью для RV. Переход от истинных масс к проективным изменяет распределение только в области минимумов.

Главным результатом является определение основной причины отличия распределений двух исследуемых выборок — наличие транзитных экзопланет, массы которых определены методом TTV. Эта причина была не известна на начальном этапе работы и не является очевидной. Публикация может быть полезна для других научных групп, занимающихся изучением статистики распределения экзопланет, т.к. исследование статистики по массе неоднородной выборки транзитных экзопланет (с массами, определенными RV и TTV методами) может привести к неверным выводам.