

УТВЕРЖДАЮ
директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
астрономии Российской академии наук
чл.-корр. РАН. Бисикало Д.В.



«05» октября 2018 г.

ОТЗЫВ
ведущей организации

на диссертацию Гадельшина Дамира Раеловича

«Комплексное исследование свойств избранных экзопланет и кандидатов в экзопланеты»,
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.03.02 — Астрофизика и звездная астрономия

Диссертация Гадельшина Д.Р. посвящена важной проблеме современной астрофизики – изучению горячих экзопланет. Особенный интерес эта задача представляет по причине отсутствия планет подобного типа в Солнечной системе. Тем не менее, результаты, полученные в ходе последних наблюдательных миссий показывают, что такие планеты весьма распространены в Галактике. Вопрос о происхождении и свойствах горячих экзопланет до сих пор открыт и работы, подобные представленной диссертации, имеют большую актуальность.

При написании диссертации автор решил несколько задач. Прежде всего, было показано, что с использованием оборудования САО РАН возможно наблюдение транзитов экзопланет с достаточно хорошей для определения их параметров точностью. Кроме того, исследуя трансмиссионные спектры ряда экзопланет автор обнаружил признаки наличия протяженной газовой оболочки вокруг одной из них, подтвердил экзопланетную природу нескольких кандидатов в экзопланеты, а также высказал предположение о существовании массивной планеты в системах KOI-974 и хи Дракона на основании анализа лучевых скоростей.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и списка цитируемой литературы. Содержит 101 страницу печатного текста, 16 рисунков и 12 таблиц. Список литературы насчитывает 145 наименований.

Во Введении представлен необходимый расширенный обзор современного состояния экзопланетной астрономии как молодого направления – даётся принятое международным сообществом определение понятия «экзопланета», приводится история исследований экзопланет, рассматриваются перспективы изучения транзитных планет. Также обсуждаются типы и распространённость экзопланет.

Во второй части введения более предметно обосновывается актуальность темы диссертационной работы, описаны поставленные цели и задачи исследования, приведены научная новизна работы, научная и практическая значимость, сформулированы положения, выносимые на защиту. Кроме этого, поясняется личный вклад автора, приводится список статей с результатами диссертационной работы, а также список конференций, на которых они докладывались.

Первая глава состоит из вступления и четырёх подразделов, посвящённых первым фотометрическим наблюдениям транзитов экзопланет на 1-метровом телескопе САО РАН, демонстрирующих возможности этого инструмента. Во вступлении помимо общей части содержится причина выбора наблюдательных целей – систем с горячими юпитерами WASP-43b WASP-04b. Общие характеристики этих систем и краткая история их изучения приводятся в подразделе 1.1. В подразделе 1.2 даётся информация о 1-м

телескопе САО РАН, датах и условиях проведённых наблюдений. Также представлена методика редукиции полученных фотометрических данных. Подраздел 1.3 содержит результаты обработки наблюдательных данных в виде таблицы, двух графиков и качественной оценки характерной точности фотометрии. Подраздел 1.4 является заключением первой главы. В нём обсуждается результат и перспективы для будущих возможностей в изучении экзопланет средствами нашей обсерватории.

Вторая глава содержит вступление и пять подразделов. В ней исследуются широкополосные трансмиссионные спектры горячих юпитеров WASP-33b, WASP-43b и WASP-104b, которые были получены в наших наблюдениях и наблюдениях других авторов. В подразделе 2.1 описан метод трансмиссионной спектроскопии экзопланет и рассматриваются его возможности. В подразделе 2.2 представлена сводка по наблюдениям и обработке транзитов исследуемых горячих юпитеров. В подразделе 2.3 описывается компьютерная модель, с помощью которой мы анализируем фотометрические транзиты. Подраздел 2.4 содержит итоги реконструкции трансмиссионных спектров индивидуально для каждой экзопланеты и сделанные при их анализе выводы. В подразделе 2.5 приведено общее обсуждение полученных результатов.

Третья глава посвящена обнаружению оболочки у планеты HD 219134 b, которое было сделано при наблюдениях на телескопе «Цейсс-1000» САО РАН с использованием U-фильтра. Глава состоит из вступления и пяти подразделов. В подразделе 3.1 обсуждаются физические условия на относительно небольших планетах, обращающихся по экстремально близким к родительским звёздам орбитам (орбитальные периоды короче 10 суток соответствуют большим полуосям в сотые доли астрономической единицы), и наблюдательные проявления в случае, если такие планеты имеют атмосферы и испаряющиеся оболочки. В подразделе 3.2 приводится история открытия и изучения планет системы HD 219134 по литературным данным. Подраздел 3.3 содержит информацию об инструментах, с помощью которых нами были проведены наблюдения, об условиях и датах этих наблюдений. В пункте 3.4 даются результаты обработки наблюдательных данных и их интерпретация. В подразделе 3.5 приведено обсуждение результатов.

Четвёртая глава представляет второй блок исследований данной диссертационной работы, в котором фокус смещается с фотометрии на измерение лучевых скоростей звёзд. Глава включает вступительную часть и пять подразделов. Она посвящена подтверждению планетной природы четырёх отобранных кандидатов в экзопланеты, открытых по фотометрическим данным космического телескопа «Кеплер». Эти кандидаты обращаются на орбитах вокруг трёх звёзд: KOI-974, KOI-2687 и KOI-2706. В подразделе 4.1 даётся общая информация о применяемом методе подтверждения и об эшелле-спектрографе, с помощью которого такая задача могла быть решена. В подразделе 4.2 приводятся критерии выбора объектов из каталога кеплеровских кандидатов. В подразделе 4.3 приведён журнал наблюдений объектов и дано описание редукиции полученных данных. В подразделе 4.4 рассматриваются результаты анализа каждой системы индивидуально. В подразделе 4.5 обсуждаются результаты и приводятся общие выводы исследования.

Пятая глава посвящена изучению лучевых скоростей главного компонента двойной звезды χ Дракона. Глава состоит из вступления и трёх подразделов. Во вступительной части упоминается об истории изучения звезды и предыдущих измерениях, а также сообщается об инструменте, использовавшемся в новых наблюдениях. Сведения о них приводятся в подразделе 5.1. Дана информация о способе обработки данных.

В подразделе 5.2 приведены результаты исследования χ Дракона. Показано, что периодическое зеемановское расщепление линий звезды А говорит о существовании у неё сильного магнитного поля, которое нами было измерено. Вариации лучевых скоростей позволили также измерить период вращения звезды вокруг собственной оси. Кроме того, остаточные лучевые скорости после учёта всех факторов могут указывать на возможное

присутствие в системе третьего тела – массивной планеты. Это обсуждается в подразделе 5.3.

В Заключение сформулированы основные результаты и выводы данной диссертационной работы.

Раздел Литература содержит перечень публикаций, цитируемых и используемых в диссертации.

К недостаткам работы можно отнести неудачный выбор экзопланет для построения трансмиссионных спектров. Одним из важнейших результатов диссертации является обнаружение признаков наличия протяженной оболочки у экзопланеты HD 219134 b и отсутствия аналогичных признаков у планет WASP-33b, WASP-43b и WASP-104b. Автору следовало бы выбрать для исследования хотя бы одну экзопланету, у которой наличие протяженной оболочки известно из других источников (такую, как, например, WASP-12b), чтобы была возможность верифицировать используемый метод. Однако, данное замечание не снижает общей высокой оценки диссертационной работы и может рассматриваться в качестве рекомендации автору.

Основные результаты диссертации опубликованы, прошли апробацию на российских и международных конференциях и обсуждались на научных семинарах САО РАН. Автореферат соответствует содержанию и выводам диссертации.

Диссертационная работа «Комплексное исследование свойств избранных экзопланет и кандидатов в экзопланеты» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Гадельшин Дамир Раелович заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия».

Старший научный сотрудник ИНАСАН

к.ф.-м.н.

119017, Москва, ул. Пятницкая, д. 48

т. (495) 9510881, email: pasha@inasan.ru

Кайгородов П.В.

Отзыв был обсужден и одобрен на заседании Астрофизического семинара ИНАСАН 5 октября 2018 года, протокол №2018/21.

Подпись Кайгородова П.В. заверяю
Учёный секретарь ИНАСАН, к.ф.-м.н.

Фатеева А.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт астрономии Российской академии наук

119017, г. Москва, ул. Пятницкая 48

Телефон: 7 (495) 951-54-61

Факс: 7 (495) 951-55-57

e-mail: admin@inasan.ru