

## Заключение диссертационного совета МГУ.013.1

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «23» мая 2024 года № 35

О присуждении Лазовику Ярославу Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Приливная диссипация и орбитальная эволюция в системах ``звезда-планета``» по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия принята к защите диссертационным советом 12.04.2024, протокол № 33.

Соискатель Лазовик, 1996 года рождения, в 2023 году окончил очную аспирантуру физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Соискатель работает в должности младшего научного сотрудника отдела релятивистской астрофизики Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Диссертация выполнена на кафедре астрофизики и звездной астрономии физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Научный руководитель:

— Попов Сергей Борисович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник отдела релятивистской астрофизики Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», младший научный сотрудник группы высоких энергий, космологии и элементарных частиц международного центра теоретической физики имени Абдуса Салама (Италия).

Официальные оппоненты:

— Ламзин Сергей Анатольевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник (ученое звание), ведущий научный сотрудник лаборатории новых фотометрических методов Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»;

— Иванов Павел Борисович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник отдела теоретической астрофизики и космологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физический институт имени П. Н. Лебедева РАН» (ФИАН);

— Ипатов Сергей Иванович доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник (ученое звание), ведущий научный сотрудник лаборатории термодинамики и математического моделирования природных процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции «Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН)»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 3 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 3 работы, из них 3 статьи, опубликованные в рецензируемом научном издании, рекомендованном для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности. 2 статьи выполнены без соавторов, в 1 статье вклад соискателя составлял 80%:

1. Lazovik Y.A., Tidal migration of hot Jupiters: introducing the impact of gravity wave dissipation // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 508, Issue 3, pp. 3408-3426 (2021). Web of Science JIF2022: 4.8. Личный вклад автора: 100%. Объем: 2.28 печатных листов.

2. Lazovik Y.A., Unravelling the evolution of hot Jupiter systems under the effect of tidal and magnetic interactions and mass-loss // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 520, Issue 3, pp. 3749-3766 (2023). Web of Science JIF2022: 4.8. Личный вклад автора: 100%. Объем: 2.16 печатных листов.

3. Lazovik Y.A., Barker A.J., de Vries N.B., Astoul A., Tidal dissipation in rotating and evolving giant planets with application to exoplanet systems // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 527, Issue 3, pp. 8245-8256 (2024). Web of Science JIF2022: 4.8. Личный вклад автора: 80%. Объем: 1.44 печатных листов.

Диссертационный совет отмечает, что журнал Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS), в котором опубликованы все три перечисленные публикации соискателя, является

одним из ведущих журналов в мире. Издание входит в верхний квартиль журналов в системах Web of Science и Scopus по астрономической тематике, имеет большой объем, более, чем полуторавековую историю (все время существования систем Web of Science и Scopus MNRAS находится в верхнем квартиле этих систем), строгую систему рецензирования публикаций, что позволяет считать апробацию результатов соискателя в статьях, опубликованных только в этом издании, достаточной для защиты диссертации в диссертационном совете МГУ.013.1.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их высокой квалификацией, опытом работы в области физики космоса и астрономии, а также значительным количеством публикаций по теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой разработан алгоритм, позволяющий моделировать орбитальную эволюцию экзопланет под действием трех типов приливов (квазистационарных приливов, инерциальных волн, гравитационных волн), магнитного взаимодействия и потери планетой вещества (в рамках фотоиспарения и стабильной аккреции). При помощи данного алгоритма были проведены симуляции орбитальной эволюции систем в зависимости от набора параметров, задающих их начальное состояние и особенности изучаемых взаимодействий. Эти симуляции позволили изучить динамику всей популяции горячих юпитеров, получить статистические данные и прогнозы относительно наблюдения миграции планет. Ключевой особенностью моделей миграции стал учет фактора приливных гравитационных волн, диссипация которых существенно повышает вероятность выпадения планеты на свою звезду или заполнения ею своей полости Роша. Было установлено, что около 10% начальной популяции горячих юпитеров у звезд с массой, равной массе Солнца, было поглощено или вышло из диапазона масс юпитеров в результате стабильной аккреции. Используемый формализм для расчета темпов приливной диссипации в звездах был впервые применен к моделям планет-гигантов. Оценки темпов диссипации планетных приливов были изучены в контексте циркуляризации горячих и теплых юпитеров, установлена доминирующая роль инерциальных волн в подавлении эксцентриситетов наиболее короткопериодичных планет.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Около 10% горячих юпитеров вокруг звезд с массой в пределах диапазона 0.95-1.05 масс Солнца были поглощены или потеряли достаточно вещества, чтобы выйти из диапазона масс юпитеров (0.3-10 масс Юпитера).

2. Опрокидывание внутренних гравитационных приливных волн существенно повышает вероятность выпадения планеты или заполнения ею полости Роша в системах, состоящих из горячих юпитеров, обращающихся вокруг звезд с малой начальной угловой скоростью вращения. Для планет в системах с быстрым ротатором (начальный период вращения меньше 4.5 сут) диссипация инерциальных волн является ключевым механизмом миграции.

3. Если диссипация динамических приливов в солнцеподобной звезде на стадии главной последовательности невозможна или неэффективна, магнитное взаимодействие преобладает над миграцией под действием квазистационарных приливов. Диссипация квазистационарных приливов начинает доминировать после окончания эволюции на главной последовательности за счет увеличения толщины конвективной оболочки.

На заседании 23 мая 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Лазовику Ярославу Александровичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 23 докторов наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия (отрасль наук — физико-математические), участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия, проголосовали: за – 23, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета

К. А. Постнов

Ученый секретарь диссертационного совета

А. И. Богомазов

23 мая 2024 года