

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.032.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА АСТРОНОМИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____

Решение диссертационного совета от 23 декабря 2025 г. № 47 о присуждении
Гладышевой Юлии Геннадьевне, Российская Федерация,
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Аэрономия водородно-гелиевых верхних атмосфер горячих экзопланет-гигантов» по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия принята к защите 22 октября 2025г. (протокол заседания № 46) диссертационным советом 24.1.032.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института астрономии Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 119017 Москва, ул. Пятницкая, д.48, состав совета утверждён приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1731/нк от 13 декабря 2022г., частичные изменения состава внесены приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 846/нк от 20.04.2023.

Соискатель Гладышева Юлия Геннадьевна, 09.08.1987 года рождения, в 2011 году окончила магистратуру Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский университет дружбы народов», г. Москва, по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика»; с 01.10.2020 по 30.09.2024 обучалась в аспирантуре ФГБУН Института астрономии РАН (ИНАСАН),

г. Москва, по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия. В настоящее время работает в ИНАСАН младшим научным сотрудником.

Диссертация выполнена в отделе физики и эволюции звёзд Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института астрономии Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Жилкин Андрей Георгиевич, ведущий научный сотрудник отдела физики и эволюции звёзд ИНАСАН.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается темой исследования и компетентностью в вопросах, рассматриваемых в диссертации. Компетентность подтверждается публикациями по схожей тематике оппонентов и сотрудников ведущей организации.

Официальные оппоненты:

д.т.н. **Тавров Александр Викторович**, заведующий лабораторией ФГБУН Института космических исследований Российской академии наук;

к.ф.-м.н., доцент **Хайбрахманов Сергей Александрович**, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской академии наук (ГАО РАН), г. Санкт-Петербург, – в своём **положительном отзыве**, составленном старшим научным сотрудником лаборатории физики звёзд ГАО РАН к.ф.-м.н. **Бескровной Ниной Георгиевной**, обсуждённом на заседании объединённого астрономического семинара ГАО РАН и утверждённом директором ГАО РАН д.ф.-м.н. **Ихсановым Назаром Робертовичем**, указала, что диссертационная работа

«Аэрономия водородно-гелиевых верхних атмосфер горячих экзопланет-гигантов» является завершённым научным исследованием, существенно расширившим научные представления об атмосферах горячих экзопланет-гигантов, и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Соискатель Гладышева Юлия Геннадьевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Соискатель имеет 11 печатных научных работ. По теме диссертации опубликованы 8 работ в рецензируемых научных изданиях, из них 4 – в журналах, рекомендованных ВАК, 3 из которых входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования (WoS, Scopus). Из 4 работ три опубликованы в журнале, отнесённом к категории К1 и имеющий уровень в Белом списке, равный 1, одна статья – в журнале, отнесённом к категории К3 и имеющий уровень в Белом списке, равный 4. Основные результаты диссертации, выносимые на защиту, в этих работах изложены полностью. Случаев заимствования материала без ссылки на автора не выявлено.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Жилкин А.Г., Гладышева Ю.Г., Шематович В.И., Бисикало Д.В. Аэрономическая модель водородно-гелиевых верхних атмосфер горячих экзопланет-гигантов // **Астрономический журнал.** – 2023. – т.100, №12. – с.1190-1209.

2. Жилкин А.Г., Гладышева Ю.Г., Шематович В.И., Цуриков Г.Н., Бисикало Д.В. Влияние потока жесткого излучения звезды на структуру водородно-гелиевой верхней атмосферы горячего юпитера // **Астрономический журнал.** – 2024. – т.101, №11. – с.938-953.

3. Жилкин А.Г., Гладышева Ю.Г., Шематович В.И., Цуриков Г.Н., Бисикало Д. В. Влияние вспышечной активности звезды на структуру водородно-гелиевой верхней атмосферы горячего юпитера // **Астрономический журнал.** – 2024. – т.101, №9. – с. 796-809.

4. Гладышева Ю.Г., Жилкин А.Г. Структура верхней атмосферы горячего юпитера при различных соотношениях водорода и гелия // **Научные труды Института астрономии РАН.** – 2025. – т.10, №1. – с.18-23.

Дополнительных отзывов о диссертации и автореферате не поступало.

В диссертационной работе предложена одномерная аэрономическая модель водородно-гелиевых верхних атмосфер горячих экзопланет-гигантов, основанная на приближении одножидкостной многокомпонентной гидродинамики, где самосогласованно учитываются химические реакции, процессы нагрева и охлаждения, приливная сила, диффузия и теплопроводность. При помощи модели впервые изучена зависимость скорости гидродинамического оттока атмосферы от внутренних граничных условий и от начального химического состава, и обнаружен новый тип облаков в атмосферах экзопланет – плотные холодные образования, свободно плавающие в разреженном теплом газе. Показано, что вспышка родительской звезды вызывает дополнительный локальный нагрев верхней атмосферы, сопровождающийся образованием ударных волн и заметным увеличением темпа оттока атмосферы, а в случае сильных вспышек также возможно существенное увеличение концентрации водорода в верхней атмосфере в первые часы после вспышки.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Разработана оригинальная аэрономическая модель водородно-гелиевых верхних атмосфер горячих экзопланет-гигантов, которая наиболее полным образом учитывает все основные процессы, влияющие на структуру и динамику верхней атмосферы;

- Обнаружен новый тип облаков в атмосферах горячих экзопланет-гигантов, который связан с тепловой неустойчивостью в химически реагирующем газе;

– Установлено, что в случае сильных звёздных вспышек существенно увеличивается концентрация водорода во внешних слоях атмосферы планеты в первые часы после вспышки.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что разработанная одномерная аэрономическая модель позволяет рассчитывать структуру верхних атмосфер горячих экзопланет-гигантов. Данная модель наиболее полным образом учитывает физические процессы, влияющие на состояние и динамику атмосферы.

Практическое значение заключается в том, что одномерная аэрономическая модель для атмосфер горячих экзопланет позволит впоследствии интерпретировать спектральные наблюдения верхних атмосфер этих планет на планируемой к запуску космической обсерватории Спектр-УФ.

Достоверность результатов подтверждается использованием хорошо зарекомендовавших себя численных методов и разностных схем, сравнением тестовых расчетов с известными аналитическими и численными результатами, а также согласованностью результатов моделирования с аналогичными результатами, полученными другими авторами.

Личный вклад соискателя. Автор в равной мере принимал участие в постановке задач, написании численного кода, получении и обработке результатов численных экспериментов. В статьях, где соискатель является первым автором, его вклад является определяющим.

В ходе защиты диссертации были **высказаны критические замечания, на которые соискатель дал ответы:**

Замечание: В модели использовано значение показателя адиабаты, равное $5/3$, что соответствует атомарному газу. Показатель адиабаты может меняться в зависимости от температуры и химического состава смеси газов на каждой высоте. Полезно было обсудить возможные диапазоны изменения параметра адиабаты и то, как эти изменения могут повлиять на результаты расчетов.

Ответ: Величина γ зависит от количества степеней свободы молекул газа. В нашей модели все компоненты, за исключением 2-х, представляют собой одноатомные газы. Исключения составляют молекулы водорода и гидрида гелия. Поэтому показатель адиабаты не равен $5/3$. Однако концентрация гидрида гелия во всех расчетах оказывается пренебрежимо малой по сравнению с концентрациями основных компонент. Практически во всей области течения концентрация молекулярного водорода также мала по сравнению с другими основными компонентами. Лишь в самых глубоких слоях в моделях с большими значениями концентраций на фотометрическом радиусе молекулярный водород может доминировать. В моделях с меньшими плотностями γ с большой точностью равна $5/3$.

Замечание: Не совсем понятен выбор планет горячего юпитера HD 209458 b и теплого нептона GJ 3470 b, хотя указано, что у нептона его родительская звезда относится к спектральному классу M1.5, но для обеих тестовых планет принимают спектральный состав излучения родительской звезды близким к солнечному.

Ответ: В диссертации отмечено, что обширный материал наблюдений, доступный для HD 209458b, делает этот горячий юпитер основным кандидатом для применения сложных численных аэрономических моделей. Этот факт послужил основным аргументом выбора данной экзопланеты в качестве объекта нашего исследования. Для теплого нептона расчёты проводились с целью сравнения с горячим юпитером. При этом мы исключили влияние спектра звезды. Предполагалось, что это будет сделано в отдельной работе.

Замечание: Наиболее сложным является вопрос учёта отклонений от сферической симметрии, возникающих в атмосфере планеты вследствие приливного взаимодействия. Необходимость такого учёта отмечается в диссертации, однако возможность расчёта несимметричного случая в рамках одномерной модели атмосферы не очевидна и требует дополнительных пояснений о методике проведения таких вычислений.

Ответ: Одномерная аэрономическая модель не предполагает условия сферической симметрии, потому что мы можем производить расчёт вдоль заданного радиального луча. Однако для описания такого решения мы используем сферические координаты. При этом вдоль луча все величины будут зависеть только от радиальной координаты. Вдоль разных лучей мы получим разные решения. В расчётах мы, как правило, находили решение в направлении на подзвездную точку. Отклонение от сферической симметрии в модели обусловлено не только приливной силой, но условиями освещения планеты излучением звезды. Такая модель будет применима внутри полости Роша планеты, поэтому мы рассматривали только такие области изменения радиальной координаты.

На заседании 23 декабря 2025 г. диссертационный совет постановил: за решение научной задачи, имеющей значение для развития естественных наук, присудить Гладышевой Ю.Г. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 17 докторов наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета
24.1.032.01, д.ф.-м.н.

Ученый секретарь
диссертационного совета
24.1.032.01, к.ф.-м.н.



Бисикало Дмитрий
Валерьевич

Чупина Наталия
Викторовна

23.12.2025