



УТВЕРЖДАЮ:

Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки
Института астрономии
Российской академии наук
проф. РАН, д.ф.-м.н. Сачков М. Е.

"24" апреля 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, в которой выполнена диссертация

Выписка из протокола Астрофизического семинара Института астрономии Российской академии наук (ИНАСАН) от 24 апреля 2025 г. Присутствовали 25 научных сотрудников, в том числе:

д.ф.-м.н. Ю. А. Фадеев, к.ф.-м.н. Н. В. Чупина, д.ф.-м.н. А. В. Тутуков, к.ф.-м.н. Р. В. Золотарев, к.ф.-м.н. А. П. Топчиева, д.ф.-м.н. Д. З. Вибе, к.ф.-м.н. В. В. Акимкин, к.ф.-м.н. Е. А. Копылов, д.ф.-м.н. Н. Н. Чугай, д.ф.-м.н. Б. М. Шустов, д.ф.-м.н. М. В. Барков, д.ф.-м.н. А. Г. Жилкин, к.ф.-м.н. С. И. Барабанов, к.ф.-м.н. Ю. В. Пахомов, к.ф.-м.н. А. М. Романовская, к.ф.-м.н. А. А. Чулков, д.ф.-м.н. Л. И. Машонкина, д.ф.-м.н. М. Е. Сачков, д.ф.-м.н. Д. В. Бисикало, к.ф.-м.н. Е. А. Карицкая, к.ф.-м.н. Е. С. Постникова, к.ф.-м.н. П. В. Кайгородов, к.ф.-м.н. В. Б. Пузин, д.ф.-м.н. В. В. Емельяненко, к.ф.-м.н. О. В. Кочина.

Слушали: доклад Ю. Г. Гладышевой о диссертации «Аэрономия водородно-гелиевых верхних атмосфер горячих экзопланет-гигантов», представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. — физика космоса, астрономия.

Гладышева Юлия Геннадьевна, род. 09.08.1987, в 2011 г. окончила Российский университет дружбы народов и получила степень магистра по направлению «Прикладная математика и информатика». В период 2020 – 2024 гг. проходила обучение в аспирантуре ИНАСАН. Работает в ИНАСАН в отделе Физики и эволюции звезд с октября 2020 г. младшим научным сотрудником по настоящее время. Научным руководителем является д.ф.-м.н. Жилкин Андрей Георгиевич, ведущий научный сотрудник Отдела физики и эволюции звезд ИНАСАН.

По итогам обсуждения диссертации «Аэрономия водородно-гелиевых верхних атмосфер горячих экзопланет-гигантов» принято следующее заключение:

Актуальность. Исследование физики и химии верхних атмосфер экзопланет представляет собой одно из наиболее динамично развивающихся направлений современной астрофизики. Это направление ключевым образом связано с решением

фундаментальных проблем формирования и эволюции планетных систем, механизмов потери атмосфер и, в конечном счете, определения потенциальной обитаемости внесолнечных миров. С момента открытия первых экзопланет, стало ясно, что наблюдаемые характеристики планетных атмосфер формируются сложными физико-химическими процессами, включающими нагрев, охлаждение, ионизацию и гидродинамические выбросы вещества. Особенно значимым становится изучение водородно-гелиевых верхних атмосфер, так как водород и гелий составляют основную массу газовых гигантов. Аэрономия — наука о физике верхних слоев атмосферы — позволяет понять, каким образом воздействие жесткого ультрафиолетового (УФ) и рентгеновского излучения звезд приводит к нагреву, химическим реакциям и потере массы атмосферы.

В этом контексте особый интерес представляют горячие юпитеры и теплые нептун — классы планет-гигантов, находящихся на экстремально тесных орбитах. Их близкое расположение обуславливает интенсивное воздействие потока звездного излучения, что делает верхние атмосферы этих планет объектами для изучения процессов фотохимии, нагрева и гидродинамического оттока вещества в условиях, не встречающихся в Солнечной системе.

Представленная в диссертации одномерная аэрономическая модель водородно-гелиевых верхних атмосфер горячих экзопланет-гигантов основана на приближении одножидкостной многокомпонентной гидродинамики в эйлеровых переменных. Модель наиболее полным образом учитывает все основные процессы, влияющие на структуру и динамику верхней атмосферы: химические реакции, процессы нагрева и охлаждения, приливную силу, диффузию и теплопроводность.

Научная новизна. Построена оригинальная одномерная аэрономическая модель водородно-гелиевых верхних атмосфер горячих экзопланет-гигантов, которая наиболее полно учитывает процессы, влияющие на структуру и динамику верхней атмосферы. Проведены расчеты влияния потока излучения родительской звезды на структуру верхней атмосферы в условиях вспышечной активности звезды. Обнаружен облачный слой, формирующийся в результате тепловой неустойчивости в химически реагирующем газе.

Научная и практическая значимость. Одномерная аэрономическая модель для горячих экзопланет позволит впоследствии проводить интерпретацию спектральных наблюдений верхних атмосфер на планируемой к запуску космической обсерватории Спектр-УФ.

Полученные с помощью разработанной модели результаты важны с точки зрения граничных условий для последующего моделирования оболочек горячих экзопланет-гигантов.

Степень достоверности полученных результатов. Достоверность представленных в диссертационной работе результатов исследования верхних водородно-гелиевых атмосфер горячих экзопланет-гигантов обеспечивается применением хорошо обоснованных теоретических моделей, устойчивостью и сходимостью использованной разностной схемы, а также обсуждением полученных результатов на

конференциях и семинарах. Основные результаты опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК.

Личный вклад соискателя. Соискатель принимал активное участие в постановке задач, написании численного кода, получении и обработке результатов численных экспериментов, участвовал в обсуждении результатов и формировании выводов. Также соискатель активно участвовал в написании статей, в которых изложены результаты проведенного исследования.

Все положения, выносимые на защиту, должным образом аргументированы и изложены в 8 работах, 4 из которых опубликованы в журналах из списка журналов, рекомендованных ВАК.

По представленному докладу на семинаре ИНАСАН были заданы следующие вопросы:

Д. В. Бисикало. О уровне турбулентности при определении диффузионной скорости.
В. В. Акимкин. Об областях ионизации гелия в верхних атмосферах.
Б. М. Шустов. Нарисовать график для тепловой неустойчивости.
Н. Н. Чугай. О распространении ударной волны при моделировании вспышки.

Докладчик ответил на все поставленные вопросы.

Участники Астрофизического семинара ИНАСАН считают, что представленная диссертация является завершенной научно-исследовательской работой, уровень которой полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация Гладышевой Юлии Геннадьевны «Аэрономия водородно-гелиевых верхних атмосфер горячих экзопланет-гигантов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. — физика космоса, астрономия.

Заключение принято на заседании Астрофизического семинара Института астрономии РАН 24 апреля 2025 г. Присутствовало на заседании 25 чел. Результаты голосования: «за» - 25 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол №6 от 24 апреля 2025 г.

Секретарь Астрофизического семинара ИНАСАН к.ф.-м.н. В. В. Акимкин

Ученый секретарь ИНАСАН к.ф.-м.н. М. С. Мурга

