

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

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 15 декабря 2023 г. № 15 о присуждении
Максимовой Ломаре Аслановне, Российская Федерация,
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Влияние конвективной неустойчивости и
поверхностных тепловых волн на структуру и эволюцию протопланетного
диска» по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия принята к
защите 28 сентября 2023г., протокол № 10, диссертационным советом
24.1.032.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института астрономии Российской академии наук,
Министерство науки и высшего образования, 119017 Москва, ул. Пятницкая,
д.48, состав совета утверждён приказом Министерства образования и науки
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 Максимова Ломара Аслановна, 1994 года рождения, в 2018
году окончила ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
университет», г. Санкт-Петербург, с присвоением квалификации «Астроном.
Преподаватель»; с 01.10.2018 по 31.09.2022 обучалась в аспирантуре ФГБУН
Института астрономии РАН (ИНАСАН), г. Москва, по направлению
подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (по специальности 01.03.02
Астрофизика и звёздная астрономия). В настоящее время работает в
ИНАСАН младшим научным сотрудником.

Кандидатский экзамен по специальности сдан в 2021 году по научной специальности 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия. Согласно Рекомендации Президиума ВАК Минобрнауки России от 10.12.2021 N 32/1-НС «О сопряжении научных специальностей номенклатуры, утвержденной Приказом Минобрнауки России от 24 февраля 2021 г. № 118, научных специальностей номенклатуры, утвержденной Приказом Минобрнауки России от 23 октября 2017 г. № 1027» кандидатские экзамены, сданные по научной специальности 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия считаются действительными кандидатским экзаменам по научной специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Диссертация выполнена в группе программного обеспечения и вычислительной техники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института астрономии Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Павлюченков Ярослав Николаевич, ведущий научный сотрудник группы программного обеспечения и вычислительной техники 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.ф.-м.н., профессор Гринин Владимир Павлович, заведующий лабораторией звездообразования ФГБУН Главной (Пулковской) астрономической обсерватории Российской академии наук;

к.ф.-м.н. Стояновская Ольга Петровна, старший научный сотрудник ФГБУН Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Санкт-Петербургский государственный университет” (СПбГУ), г. Санкт-Петербург, – в своём **положительном отзыве**, составленном старшим научным сотрудником кафедры гидроаэромеханики СПбГУ к.ф.-м.н., доцентом **Хайбрахмановым Сергеем Александровичем**, обсужденном на заседании кафедры астрофизики СПбГУ и утверждённом проректором по научной работе ФГБОУ ВО СПбГУ к.ф.-м.н. **Макушевым Сергеем Владимировичем**, указала, что диссертация Максимовой Ломары Аслановны представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Полученные в диссертации результаты обладают научной новизной, вносят вклад в теорию эволюции протопланетных дисков и могут быть применены для интерпретации наблюдаемых вспышек светимости молодых звёздных объектов и особенностей структуры протопланетных дисков. Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК, а её автор, Максимова Ломара Аслановна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. **Физика космоса, астрономия.**

Соискатель имеет 12 печатных научных работ и Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ: Максимова Л.А., Павлюченков Я.Н. «Моделирование вязкого протопланетного диска», номер RU 2020662775, 19.10.2020, заявка № 2020662161 от 13.10.2020. По теме диссертации опубликованы 9 работ в рецензируемых научных изданиях, 4 из которых – в изданиях, рекомендованных ВАК и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (WoS и Scopus). 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. Павлюченков Я.Н., Тутуков А.В., Максимова Л.А., Воробьев Э.И. Эволюция вязкого протопланетного диска при образовании конвективно-

неустойчивых областей // Астрономический журнал. – 2020. – Т. 97. – № 1. – С. 3-17.

2. Максимова Л.А., Павлюченков Я.Н., Тутуков А.В. Эволюция вязкого протопланетного диска при образовании конвективно-неустойчивых областей. II. Режимы акреции и долговременная динамика // Астрономический журнал. – 2020. – Т. 97. – № 10. – С. 807-819.

3. Павлюченков Я.Н., Максимова Л.А., Акимкин В.В. Моделирование тепловых поверхностных волн в протопланетном диске в 1+1D приближении // Астрономический журнал. – 2022. – Т. 99. – № 4. – С. 325-333.

4. Павлюченков Я.Н., Максимова Л.А., Акимкин В.В. Моделирование тепловых поверхностных волн в протопланетном диске в двумерном приближении // Астрономический журнал. – 2022. – Т. 99. – № 9. – С. 755-766.

На диссертацию и автореферат дополнительных отзывов не поступило.

Диссертационная работа посвящена исследованию тепловой структуры протопланетных дисков. Целью работы является выяснение роли конвективной неустойчивости в генерации турбулентности и определение особенностей тепловых волн, вызывающих появление наблюдаемых неоднородностей структуры протопланетных дисков.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Впервые показано, что тепловые волны, развивающиеся в процессе взаимодействия излучения звезды с неоднородностями поверхности диска, могут развиваться не во всей толще диска, а только в его поверхностных слоях.

– Впервые показано, что во внутренних областях протопланетных дисков может развиваться конвективная неустойчивость, приводящая к турбулизации вещества и переменности акреции, что может быть причиной вспышек светимости молодых звёзд.

– В рамках согласованной радиационной газодинамической модели показано, что диффузия ИК-излучения в радиальном направлении может сглаживать неоднородности распределения температуры и тем самым подавлять развитие тепловых волн.

Теоретическая значимость исследования состоит в развитии теории эволюции протопланетных дисков. В диссертационной работе определены условия возникновения конвекции в этих объектах. Впервые показано, что интенсивность, продолжительность и период вспышек, вызванных конвективной неустойчивостью, могут меняться в ходе эволюции диска, а режим аккреции может быть регулярным, вспышечным или слабо осциллирующим.

Практическое значение полученных соискателем результатов исследования заключается в разработанной оригинальной модели тепловой структуры протопланетного диска, в которой рассчитывается перенос ультрафиолетового излучения звезды и диффузия ИК-излучения диска в радиальном направлении. Систематическое сопоставление результатов одномерного и двумерного моделирования позволило выявить ограничения одномерной модели. Полученные результаты можно применять для интерпретации наблюдательных данных о вспышках светимости молодых звёздных объектов и исследовании структуры протопланетных дисков. Методика определения эффективного коэффициента турбулентной вязкости, приведённая в диссертации, может использоваться в газодинамических и магнитогазодинамических моделях протопланетных дисков.

Достоверность результатов подтверждается использованием хорошо разработанных и апробированных аналитических и численных методов решения уравнений газодинамики и переноса излучения, публикацией полученных результатов в ведущих российских журналах, их апробацией на многочисленных российских и международных конференциях и семинарах, а также сравнением с работами других авторов.

Личный вклад соискателя: Автор совместно с соавторами участвовал в постановке задач, создании модели, получении и обработке результатов

численных экспериментов, обсуждении результатов и формулировании выводов. Лично соискателем модель 1+1D-мерной структуры диска преобразована в динамическую модель вязкой эволюции диска; разработана и реализована модель долговременной эволюции конвективно-неустойчивого диска; исследованы ограничения модели, связанные с гравитационно-неустойчивыми областями диска; проведен детальный анализ особенностей распределения плотности диска в двумерной модели и определены оптимальные параметры метода моделирования; предложен и реализован метод расчета гидростатического равновесия в двумерной модели.

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

Замечание: Необходимо пояснить, как при начальном значении поверхностной плотности в диске 100 г/см^2 его внутренняя область может быть оптически тонкой для излучения звезды.

Ответ: Плотность во внутренних областях диска уменьшена из-за введения сглаживающего фактора, поэтому оптическая толщина в вертикальном направлении получается меньше единицы на внутреннем краю диска.

Замечание: Представленные в диссертации модели предполагают, что релаксация температуры частиц к температуре газа происходит мгновенно, и установившаяся температура газа совпадает с температурой частиц. При этом в диссертации отсутствует оценка характерного времени тепловой релаксации для частиц разного размера в условиях околозвездного диска. Известно, что если излучение поглощается частицами, но не газом, то установившаяся температура газа может существенно отличаться от температуры частиц.

Ответ: Действительно, в верхних слоях диска ожидаются разные температуры у газа и пыли. Однако в рамках диссертационной работы этими эффектами пренебрегли для исследования неустойчивости в чистом виде.

Замечание: Одним из основных предположений, лежащих в основе модели конвективно-неустойчивого диска является то, что турбулентная вязкость определяется двумя механизмами – предписанной фоновой

вязкостью и вязкостью, обусловленной развитием конвективной неустойчивости. Для демонстрации вклада конвективной неустойчивости в перенос углового момента за счет турбулентных напряжений автору следовало оценить эффективное значение турбулентного альфа-параметра для вязкости, обусловленной конвекцией.

Ответ: В описании модели указано, что общая вязкость в активной фазе возрастает примерно на 2 порядка. Можно показать, что значение турбулентного альфа-параметра будет расти в меньших пределах.

На заседании 15 декабря 2023 г. диссертационный совет постановил: за решение научной задачи, имеющей значение для развития естественных наук, присудить Максимовой Л.А. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 18 докторов наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 4.

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 Наталья
Викторовна

15.12.2023