



УТВЕРЖДАЮ:

Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института астрономии Российской академии наук проф. РАН, д.ф.-м.н. Сачков М. Е.
"6" апреля 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, в которой выполнена диссертация

Выписка из протокола Астрофизического семинара Института астрономии Российской академии наук (ИНАСАН) от 6 апреля 2023 г. Присутствовали 30 научных сотрудников, в том числе:

к.ф.-м.н. А. П. Топчиева, к.ф.-м.н. О. В. Кочина, к.ф.-м.н. Т. С. Молярова, к.ф.-м.н. М. С. Мурга, к.ф.-м.н. С. И. Барабанов, к.ф.-м.н. А. М. Романовская, Д. А. Чулков, к.ф.-м.н. А. М. Фатеева, К. В. Плакитина, к.ф.-м.н. Е. С. Постникова, д.ф.-м.н. Я. Н. Павлюченков, д.ф.-м.н. М. В. Барков, д.ф.-м.н. О. Ю. Малков, д.ф.-м.н. Л. И. Машонкина, д.ф.-м.н. Н. Н. Чугай, Г. Н. Цуриков, Е. С. Калиничева, д.ф.-м.н. Г. И. Рубцов, А. В. Соболев, д.ф.-м.н. Д. В. Бисикало, д.ф.-м.н. Д. З. Вибе, к.ф.-м.н. Д. А. Ковалева, к.ф.-м.н. Е. П. Курбатов, д.ф.-м.н. А. Э. Пискунов, к.ф.-м.н. В. Б. Пузин, д.ф.-м.н. Т. А. Рябчикова, д.ф.-м.н. М. Е. Сачков, д.ф.-м.н. А. В. Тутуков, к.ф.-м.н. Н. В. Чупина, д.ф.-м.н. Б. М. Шустов.

Слушали: доклад Л. А. Максимовой о диссертации «Влияние конвективной неустойчивости и поверхностных тепловых волн на структуру и эволюцию протопланетного диска», представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Макимова Ломара Аслановна, род. 07.09.1994, в 2018 г. окончила Санкт-Петербургский государственный университет и получила степень специалиста по направлению «астрономия». В период 2018 – 2022 гг. проходила обучение в аспирантуре ИНАСАН. Работает в ИНАСАН в группе программного обеспечения и вычислительной техники с 2018 г. до настоящего времени, в период подготовки диссертации работала в должности младшего научного сотрудника. Научным руководителем является д.ф.-м.н. Павлюченков Ярослав Николаевич, ведущий научный сотрудник группы программного обеспечения и вычислительной техники ИНАСАН.

По итогам обсуждения диссертации «Влияние конвективной неустойчивости и поверхностных тепловых волн на структуру и эволюцию протопланетного диска» принято следующее заключение:

Актуальность. Исследование протопланетных дисков необходимо для понимания процессов образования и эволюции звезд, а также химических и физических условий, в которых протекают процессы формирования планетезималий и планет. Работа Л. А. Максимовой посвящена изучению ряда механизмов, вызывающих неустойчивости в диске.

Конвективная неустойчивость, приводящая к эпизодической аккреции в молодом протопланетном диске, может представлять интерес для специалистов в области аккреционных дисков. Изучение поверхностных тепловых волн, а также возможностей их формирования и

распространения, необходимо для понимания и интерпретации наблюдений протопланетных дисков.

Научная новизна. Исследованы условия возникновения конвекции в рамках модели с детальным восстановлением вертикальной структуры диска. Впервые показано, что в протопланетных дисках конвекция может стать триггером для нерегулярного характера аккреции. Также впервые показано, что параметры вспышек (интенсивность, продолжительность, период) и режим аккреции (регулярный, вспышечный или слабоосциллирующий), вызванные конвективной неустойчивостью, могут меняться в ходе эволюции диска.

Впервые в рамках 1+1D подхода показано, что механизм возбуждения поверхностных тепловых волн может работать в приповерхностных слоях, и оценены характерные времена распространения возмущений, которые при определенных условиях могут быть существенно короче характерного теплового времени, что отличается от выводов других авторов.

Создана двумерная динамическая модель протозвездного диска с детальным расчетом тепловой структуры, которая позволила впервые оценить важность учета двумерных эффектов при исследовании поведения поверхностных тепловых волн.

Научная и практическая значимость. Результаты диссертации представляют интерес для специалистов в области изучения протопланетных дисков и теории звездообразования. Исследованный нестационарный режим аккреции, обусловленный конвекцией, может представлять интерес для научных групп, занимающихся моделированием эволюции не только протопланетных дисков, но и дисков в катаклизмических системах. Полученные выводы о развитии поверхностных тепловых волн должны учитываться при интерпретации наблюдений протопланетных дисков.

Степень достоверности полученных результатов. Степень достоверности представленных в диссертационной работе результатов подтверждается сравнением с данными других авторов и обсуждением полученных результатов диссертации на научных конференциях и семинарах. Результаты опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК.

Личный вклад соискателя. Максимова Л.А. участвовала в постановке задач, написании кода, получении и обработке результатов численных экспериментов, проводила расчеты, совместно с соавторами участвовала в обсуждении результатов и формулировке выводов. В частности, Максимовой Л.А.:

1. Преобразована модель 1+1D-мерной структуры диска в динамическую модель вязкой эволюции диска; для решения этой задачи разработан модуль, ответственный за конечно-разностный метод решения уравнения Прингла.
2. Разработана и реализована модель долговременной эволюции конвективно-неустойчивого диска.
3. Исследованы особенности нерегулярного характера аккреции для различных параметров.
4. Исследованы ограничения модели, связанные с гравитационно-неустойчивыми областями диска.
5. Проведен детальный анализ особенностей распределения плотности диска в двумерной модели и определены оптимальные параметры метода моделирования.
6. Предложен и реализован метод расчета гидростатического равновесия в двумерной модели.
7. Разработан комплекс программ для обработки и визуализации получаемых данных.

Все положения, выносимые на защиту, должным образом аргументированы и изложены в 9 работах, 4 из которых опубликованы в журналах из списка журналов, рекомендованных ВАК.

По представленному докладу на семинаре ИНАСАН были заданы следующие вопросы:

- М. В. Барков. О темпе аккреции вещества из оболочки на диск. О количестве тепловых волн в процессе моделирования на конкретный момент времени.
- Г. И. Рубцов. О временных периодах между аккреционными эпизодами. О выборе шага неоднородной решетки.
- Б. М. Шустов. О зоне, в которой происходит вязкий нагрев.
- Н. Н. Чугай. О скорости распространения волн.

Докладчик ответил на все поставленные вопросы.

В выступлениях Д. В. Бисикало порекомендовал сделать три главы, вместо четырех. Было рекомендовано сформулировать отдельные положения по каждой главе.

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 Максимовой Ломары Аслановны «Влияние конвективной неустойчивости и поверхностных тепловых волн на структуру и эволюцию протопланетного диска» 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 6 апреля 2023 г. Присутствовало на заседании 30 чел. Результаты голосования: «за» – 30 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 3 от 6 апреля 2023 г.

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

Ученый секретарь ИНАСАН
к.ф.-м.н. А. М. Сатеева

