



ТВЕРЖДАЮ:

Директор федерального государственного бюджетного учреждения науки Института астрономии Российской академии наук чл. корр. РАН, д.ф.-м.н. Бисикало Д. В.
25 марта 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, в которой выполнена диссертация

Выписка из протокола Астрофизического семинара Института астрономии Российской академии наук (ИНАСАН) от 25 марта 2021 г. Присутствовали 28 научных сотрудников, в том числе:

к.ф.-м.н. В. В. Акимкин, д.ф.-м.н. Д. В. Бисикало, к.ф.-м.н. С. В. Верещагин, д.ф.-м.н. Д. З. Вибе, к.ф.-м.н. О. Б. Длужневская, д.х.н. В. А. Дорофеева, к.ф.-м.н. М. А. Ибрагимов, к.ф.-м.н. П. Б. Исакова, к.ф.-м.н. А. П. Карташова, к.ф.-м.н. М. С. Кирсанова, к.ф.-м.н. Д. А. Ковалева, к.ф.-м.н. Е. П. Курбатов, д.ф.-м.н. С. А. Ламзин, д.ф.-м.н. М. Я. Маров, д.ф.-м.н. А. Э. Пискунов, д.ф.-м.н. Е. В. Поляченко, к.ф.-м.н. В. Б. Пузин, д.ф.-м.н. Т. А. Рябчикова, д.ф.-м.н. И. С. Саванов, д.ф.-м.н. Н. Н. Самусь, д.ф.-м.н. М. Е. Сачков, к.ф.-м.н. А. М. Соболев, к.ф.-м.н. В. Г. Сурдин, к.ф.-м.н. А. П. Топчиева, д.ф.-м.н. А. В. Тутуков, к.ф.-м.н. Н. В. Чупина, д.ф.-м.н. В. И. Шематович, д.ф.-м.н. Б. М. Шустов.

Слушали: доклад Т. С. Моляровой о диссертации «Химическая структура протопланетных дисков со стационарной и вспышечной аккрецией», представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.03 – астрофизика и звездная астрономия.

Молярова Тамара Сергеевна, род. 07.12.1994, в 2017 г. окончила Московский физико-технический институт (Государственный университет) и получила степень магистра по направлению «прикладные математика и физика». В период 2017 – 2021 гг. проходила обучение в аспирантуре ИНАСАН. Работает в ИНАСАН в отделе физики и эволюции звезд с 2015 г. до настоящего времени, в период подготовки диссертации работала в должности младшего научного сотрудника. Научным руководителем является к.ф.-м.н. Акимкин Виталий Викторович, старший научный сотрудник отдела физики и эволюции звезд ИНАСАН.

По итогам обсуждения диссертации «Химическая структура протопланетных дисков со стационарной и вспышечной аккрецией» принято следующее заключение:

Актуальность. Данное исследование рассматривает в рамках различных подходов теоретическое моделирование химического состава вещества протопланетных дисков. В настоящее время наблюдательные средства наземных и космических обсерваторий позволяют получать детальную информацию о химическом составе протопланетных дисков, окружающих молодые звезды. Астрохимическое моделирование протопланетных дисков является необходимым шагом для объяснения и интерпретации наблюдательных данных. Каждая из рассмотренных в диссертации задач затрагивает отдельную важную область исследований состава протопланетных дисков.

Анализ применимости молекулы CO в качестве индикатора массы протопланетных дисков актуален в контексте наблюдательных методов определения масс дисков по излучению молекул. Результаты работы подкрепляют обоснование применения этой молекулы, в то же время указывая на необходимость учета отдельных химических процессов.

Вспышки светимости у молодых звезд привлекают все больше внимания научного сообщества, поскольку позволяют объяснить несоответствие между теоретическими и наблюдаемыми темпами аккреции на молодые звездные объекты, а также предлагают механизм внесения возмущений в физическую структуру дисков. Проведенный в работе анализ химического влияния вспышек предлагает способы идентификации новых объектов, проявляющих вспышечную активность, а также указывает на возможность наблюдения в таких объектах сложных органических молекул, детектирование которых в отсутствие вспышки затруднено.

Рассмотрение химического состава льдов и газа в динамическом протопланетном диске с эволюцией пыли актуально в контексте проблемы формирования планет. Расчет состава ледяных мантий пылинок, а также учет их влияния на эволюцию пыли вносят вклад в теоретическое описание сценария образования планет, а также актуальны в контексте анализа наблюдаемой структуры излучения выросшей пыли в протопланетных дисках.

Научная новизна. Впервые проведено комплексное моделирование химического состава набора моделей протопланетных дисков с целью поиска корреляции между массой диска и количеством содержащихся в нем различных молекул. Впервые рассмотрена химическая эволюция состава протопланетного диска без оболочки, под действием вспышки флуора. По результатам данного анализа впервые идентифицированы молекулы-индикаторы текущих и прошлых вспышек светимости. Также впервые испарение и конденсация летучих молекул были интегрированы в сложный газодинамический код, включающий эволюцию пылевой компоненты. Проведенные модифицированным кодом расчеты и анализ результатов представляют собой новое исследование свойств газа, льдов и пылевой компоненты протопланетных дисков.

Научная и практическая значимость. Полученные результаты исследования индикаторов массы могут использоваться при определении массы протопланетных дисков из наблюдений молекулы CO. Результаты анализа состава диска вокруг флуоров могут применяться при выборе молекул для наблюдения в протопланетных дисках вокруг флуоров и объектов, не испытывающих вспышки. Полученные теоретические распределения по диску летучих в газовой и ледяной фазе, а также выводы о составе и структуре мантий пылинок могут применяться для дальнейшего развития теорий, описывающих эволюцию протопланетных дисков и формирование планет.

Степень достоверности полученных результатов. Достоверность результатов анализа теоретического химического состава протопланетных дисков подтверждается сравнением с результатами других авторов, а также впоследствии опубликованными наблюдательными данными, полученными независимыми исследователями. Полученные результаты неоднократно докладывались на российских и международных конференциях и семинарах, как специализированных, так и широкопрофильных. Ключевые результаты исследования опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК.

Личный вклад соискателя. Молярова Т. С. наравне с соавторами участвовала в постановке задач и формулировке выводов. Ею внесены необходимые модификации в используемые программные средства, проведены вычисления и обработаны результаты расчетов, проведен анализ полученных результатов. В частности:

1. Выбраны параметры ансамбля моделей протопланетных дисков, разработан способ задания вспышки светимости.
2. Разработан и внедрен в гидродинамический код модуль расчета адсорбции и десорбции летучих соединений. Добавлена обновленная модель эволюции пыли.

3. Проведены все расчеты.
4. Разработаны методы анализа результатов моделирования и критерии отбора перспективных индикаторов массы дисков и вспышек фуоров.
5. Проанализированы полученные в модели распределения льдов и газофазных соединений, дана теоретическая интерпретация накопления летучих соединений на линиях льдов.

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:

Д. В. Бисикало. О рассмотрении в Главе 1 эволюции пыли. Об оптической толщине излучения молекул-индикаторов массы дисков. О расчете динамики газа в диске под действием вспышки и возникновении ударных волн. О наблюдаемых значениях альфа-параметра. О форме линий льдов вокруг массивных сгустков, образующихся в диске.

М. Я. Маров. О распределении частиц по размерам в модели. О влиянии вспышки на физическую структуру диска. Об идентификации изменений химического состава в наблюдениях. О более строгом рассмотрении структуры ледяной мантии с учетом пористости, фрактальности и внутренней структуры пылинки.

Б. М. Шустов. Об изменении спектра центрального источника во время вспышки.

А. В. Тутуков. Об учете нестационарности химических процессов в модели. О влиянии на результаты неопределенностей в параметрах химической модели и большого количества реакций между 600 соединениями.

Н. Н. Самусь. О дате начала вспышки у V883 Ori.

Н. Н. Чугай. О происхождении кольцевой структуры в распределении пыли, ее связи с дрейфом пыли, о факторах, влияющих на масштаб колец.

М. А. Ибрагимов. О возможности рассмотрения помимо фуоров также экзоров и промежуточных между ними объектов, об отличиях химического состава диска после вспышек разной амплитуды и продолжительности.

А. П. Карташова. Об определении мелкой и крупной пыли в модели.

Докладчик ответил на все поставленные вопросы.

В выступлениях Д. В. Бисикало порекомендовал при представлении результатов яснее обозначить цель и актуальность работы и уделить больше внимания основным результатам, а Н. Н. Чугай рекомендовал подчеркнуть, что наблюдения до, во время и после вспышки позволят проверить предсказания модели. Т. А. Рябчикова предложила более компактно сформулировать положения, выносимые на защиту. М. Я. Маров высказался об актуальности работы, отметил владение темой и умение пользоваться численными методами. Б. М. Шустов оценил хорошее качество работы.

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 Моляровой Тамары Сергеевны «Химическая структура протопланетных дисков со стационарной и вспышечной аккрецией» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

Заключение принято на заседании Астрофизического семинара Института астрономии РАН 25 марта 2021 г. Присутствовало на заседании 28 чел. Результаты голосования: «за» – 28 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 1 от 25 марта 2021 г.

Секретарь Астрофизического семинара ИНАСАН

к.ф.-м.н. Е. П. Курбатов

Е. П. Курбатов

ученый секретарь ИНАСАН

к.ф.-м.н. А. М. Фатеева



А. М. Фатеева