

**АННОТИРОВАННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
О РЕЗУЛЬТАТАХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ, ВЫПОЛНЕННЫХ
НА ЭТАПЕ № 1**

**«Спекл интерферометрические наблюдения звезд
выборки на 6 метровом телескопе БТА»**

Соглашение № 8704 от 21 сентября 2012 года.

Тема: «Новый метод исследования звездного магнетизма»

Исполнитель: Растегаев Денис Александрович

Ключевые слова: эволюция звезд, двойные и кратные звезды, магнитные звезды, фундаментальные параметры звезд

1 Цель проекта

1.1 Химически пекулярные (CP) звезды - это звезды, обладающие аномальным химическим составом. Считается, что у части химически пекулярных звезд причиной таких аномалий являются магнитные поля. Процесс формирования и поддержания магнитных полей CP-звезд до сих пор является предметом острых дискуссий как теоретиков, так и наблюдателей. Существуют две основные конкурирующие теории формирования магнитного поля: теория реликтового происхождения и теория турбулентного динамо. В теории реликта предполагается, что магнитное поле формируется в момент рождения звезды и далее происходит лишь его затухание. Теория динамо же утверждает, что магнитное поле непрерывно генерируется в конвективных слоях звезды и его свойства напрямую зависят от динамических свойств звезды (скорости вращения, толщины конвективного слоя и т.д.). Выбрать какая из теорий верна на сегодняшний день не представляется возможным. Изучение двойных и кратных магнитных звезд является важным инструментом в решении вопроса об окончательном выборе одной из теорий.

1.2 Принято считать, что доля двойных и кратных магнитных звезд меньше, чем у звезд, не обладающих глобальным магнитным полем. Однако, на сегодняшний день существует недостаток эмпирических данных о частоте двойных и кратных звезд в выборке CP-звезд, а также их свойствах (распределение орбитальных периодов, эксцентриситетов, соотношения масс компонентов). Имеющейся информации о характеристиках спектрально-двойных систем с магнитными компонентами недостаточно, чтобы сделать выводы о влиянии двойственности звезд на их магнитные свойства. Малоизученным остается и класс широких (визуальных) двойных систем с CP-компонентами. Изучение двойных и кратных магнитных звезд может стать ключом к пониманию процессов формирования звездных магнитных полей и позволит выбрать наиболее вероятный механизм генерации поля, что является целью нашего исследования.

2 Основные результаты проекта

2.1 Кратко приведем основные результаты первого этапа работы: Согласно современным представлениям, 15-20% звезд нашей Галактики в диапазоне спектральных классов B5-F5 ярче 7,5 звездной величины относятся к классу пекулярных звезд. Интерес к исследованию химически-пекулярных звезд (CP-звезд) обусловлен не только значительно отличающимся от обычных звезд содержанием химических элементов, но и присутствием у ряда CP-звезд сильного (порядка тысяч и десятков тысяч Гаусс) крупномасштабного магнитного поля и медленного осевого вращения. Особенный интерес представляет изучение магнитных звезд в составе двойных и кратных систем. Изучение двойных и кратных звезд позволяет понять какие физические свойства этих объектов являются следствием влияния среды из которой эти объекты образовались, а какие связаны с собственными процессами протекающими в звезде. Кроме того,

исследование отдельных систем позволяет эмпирически определить фундаментальные параметры компонент, которые зачастую можно измерить только для звезд – компонент двойных и кратных систем. Это касается масс звезд, которые наряду с химическим составом и угловым моментом определяют весь эволюционный путь звезды. Как показывают результаты современных исследований, примерно 20% CP-звезд входят в состав двойных и кратных систем. Эта величина несколько меньше кратности обычных звезд поля, что может быть обусловлено как различием в механизмах формирования CP-звезд и нормальных звезд в составе кратных систем, так и погрешностями статистических оценок. В основном эти результаты основываются на исследованиях спектрально-двойных систем, то есть звезд с периодами орбитального движения от нескольких часов до десятков и сотен суток. При этом эмпирических данных для долгопериодических пар, которые можно наблюдать визуальными методами, а также с помощью интерферометрии и адаптивной оптики недостаточно для статистически значимых выводов. Согласно последним обзорам CP-звезд в составе кратных систем, орбиты большинства двойных звезд неизвестны. Только для 23 из 97 Hg-Mg звезд и 26 из 233 классических пекулярных звезд определены предварительные орбитальные элементы. В основном орбиты построены по данным измерений лучевых скоростей. Соответственно вычислить массы звезд возможно лишь с точностью до угла наклона орбит к картинной плоскости. SB2-пары редки и только одна из них является также и затменной двойной системой. Поэтому очень актуальным является определение орбитальных элементов кратных звезд с магнитными компонентами на основе наблюдений с высоким угловым разрешением. Для спектрально-двойных звезд с известными элементами спектральной орбиты интерферометрические наблюдения, в случае если видимые расстояния между компонентами на момент наблюдения превышают дифракционный предел разрешения телескопа, позволят вычислить полный набор орбитальных элементов и определить независимые от теоретических моделей массы звезд. Кроме того, в этом случае возможно определить орбитальный параллакс звезды и уточнить расстояние до системы. В 2012 году на 6 метровом телескопе БТА проведены 2 наблюдательных сета, в результате которых мы получили эмпирический материал для 80% звезд нашей выборки. Получение эмпирического материала и являлось основной задачей нашего исследования в 2012 году. По предварительным результатам на отдельные компоненты разрешается около 25% исследуемых магнитных химически пекулярных звезд. Обнаружено более 20 новых компонентов у звезд выборки. Подтверждено наше предположение о том, что процент двойных и кратных систем среди магнитных звезд выше, чем считалось ранее. Предварительные результаты были также опубликованы в рецензируемом журнале и представлены на генеральный ассамблее МАС, проходившей в Пекине, в августе 2012 года.

2.2 Все результаты описанные в предыдущем пункте являются новыми и ожидается их публикация в высокорейтинговых международных изданиях.

2.3 Размеры монолитного зеркала БТА (6 метров) в совокупности с методом спекл-интерферометрии позволяют получать на телескопе данные, не уступающие, а зачастую превосходящие аналогичные, полученные на крупнейших телескопах мира.

3 Назначение и область применения результатов проекта

3.1 Наблюдаемые параметры обнаруженных новых компонентов и результаты повторных измерений компонентов, известных из литературы, послужат необходимым эмпирическим материалом для комплексного статистического изучения двойных и кратных магнитных звезд. Измеренная нами в результате спекл-интерферометрических наблюдений разность блеска между компонентами двойных и кратных систем позволит построить распределение соотношения масс компонентов. Измеренные позиционные параметры (угловое расстояние между компонентами и позиционный угол) позволят определить орбиты двойных и кратных систем, а также построить распределение орбитальных периодов звезд, эксцентриситетов и больших полуосей их орбит. Элементы

орбит в свою очередь необходимы для определения фундаментальных параметров компонентов системы (массы звезд, светимости). Отметим, что точное измерение массы звезды – самого важного параметра в теории звездной эволюции - возможно только путем вычисления элементов орбит двойных и кратных звезд. Сопоставление доли двойных и кратных магнитных звезд, их фундаментальных параметров и орбитальных элементов с аналогичными величинами у выборки звезд, не обладающих магнитными полями, поможет наложить ограничения на модели формирования глобальных магнитных полей.

4 Перспективы развития исследований

Предполагаемые результаты послужат основой для дальнейшего изучения процесса формирования и эволюции магнитных полей звезд, а также развития теории образования двойных и кратных звездных систем. Результаты работы можно использовать в теории динамики звездных систем, в частности при изучении вопросов динамической стабильности кратных звезд. Высокоточные массы звезд, которые можно получить только на основе построенных орбит, являются самым важным параметром при моделировании внутреннего строения и эволюции звезд.

5 Опыт закрепления молодых исследователей – участников проекта (этапа проекта) в области науки, образования и высоких технологий

Закреплены следующие специалисты:

-

Директор САО РАН: Балега Ю.Ю.

Руководитель проекта: Растегаев Д.А.