

Утверждаю

Проректор по научной  
деятельности ФГАОУ ВО  
"Казанский(Приволжский)  
федеральный университет"  
проф. Нургалеев Д.К.



### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Габдеева Максима Маратовича  
"Фотометрические, спектральные и поляриметрические  
исследования магнитных катаклизмических переменных",  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.03.02 — Астрофизика и звездная астрономия.

Изучение тесных двойных систем (ТДС) на поздних стадиях их эволюции является одним из стремительно развивающихся направлений современной астрофизики, что обусловлено набором благоприятных факторов. Во-первых, для таких объектов характерно формирование излучения в широком спектральном диапазоне: от гамма и рентгеновского до далекого инфракрасного и радио. Регистрация этого излучения затруднена его поглощением земной атмосферой и стала возможной в последние десятилетия благодаря запуску специализированных космических аппаратов. Во-вторых, вещество в ТДС часто находится в экстремальных условиях, для корректного описания которых требуется сложнейшее моделирование с применением знаний физики высоких энергий. Развитие компьютерных технологий в конце 20-го и начале 21-го века сделало такое моделирование широкодоступным. В-третьих, ТДС являются природными лабораториями, позволяющими получать уникальные экспериментальные данные и, тем самым, обеспечивать дальнейшее развитие многих направлений физики и астрофизики.

Среди всех классов двойных систем поляры занимают особое положение. Определение их фундаментальных характеристик и анализ механизмов аккреции вещества и формирования излучения требует учета влияния сильного магнитного поля белого карлика. Теория такого влияния к настоящему времени разработана не полностью и для ее дальнейшего развития требуется расширение как набора наблюдательных данных, так и списка классифицированных и изученных объектов. При этом наибольшую ценность имеют комплексные

исследования на основе наблюдений разных типов. Выполнению именно таких исследований для большой группы объектов посвящена представленная диссертация Габдеева М.М., что определяет высокую степень ее актуальности и научной значимости.

Диссертация состоит из Введения, четырех глав, Заключения, списка цитируемой литературы и содержит 104 страницы текста, 46 рисунков, 5 таблиц и 117 цитируемых источников.

Во **Введении** обоснована актуальность проблемы, сформулирована цель исследований и набор решаемых задач, определена научная и методическая новизна и практическая ценность работы. Далее перечислены выносимые на защиту результаты со степенью их апробации и приведен список публикаций по теме диссертации с указанием личного вклада автора. Вторая часть Введения содержит краткое описание структуры диссертации.

**Первая глава** включает 3 раздела, содержащих обзор современных данных о наблюдаемых характеристиках полярных объектов, их физической природе и эволюционном статусе, принятых моделях канализированной аккреции и существующих проблемах в описании наблюдаемого излучения. Диссертантом обоснована важность работ по поиску и классификации новых объектов этого типа и сформулированы условия их эффективной реализации.

**Вторая глава**, состоящая из двух разделов, посвящена поляриметрическим исследованиям 6 объектов, из которых 4 не были классифицированы ранее. В разделе 2.1 описываются особенности поляриметрических наблюдений на БТА САО и их последующей обработки. Раздел 2.2 состоит из 6 пунктов и содержит подробный анализ полученных данных с итоговой классификацией. Автором показано, что все объекты выборки относятся к группе классических полярных объектов с амплитудой круговой поляризации от 9% до 30%. Особый интерес представляют найденные синхронные вариации кривой блеска и поляризации RXS184542 в двух эпохах наблюдений и изменения знака поляризации CSS081231, RXS184542, IPHAS0528, указывающие на двухполюсный тип аккреции.

В **третьей главе**, содержащей два раздела, выполнен анализ фотометрических наблюдений четырех впервые классифицированных полярных объектов. В разделе 3.1 изложены особенности обширных наблюдений на телескопе Цейсс-1000 САО, их обработки и анализа, а в разделе 3.2 - кривые блеска объектов и выводы о типе их фотометрической переменности. Достоинством работы является построение для большинства систем кривых блеска для полных периодов в нескольких фотометрических полосах и эпохах наблюдений, что позволило проанализировать как явления затмений, так и внезатменные вариации яркости. В результате диссертантом построены или уточнены эфемериды всех объектов, показано наличие затмений USNO0825 и циклотронных гармоник в ее излучении, а также долговременных изменений блеска IPHAS0528 и RXS0733.

**Четвертая глава**, состоящая из четырех разделов, содержит результаты комплексного спектроскопического анализа полярных объектов USNO0825, BS Tri и CSS081231. Для них проведено отождествление всех наблюдаемых эмиссионных линий, получены наборы лучевых скоростей, построены доплеровские томограммы в наиболее сильных линиях и определены наборы фундаментальных параметров. Отличительной особенностью работы является выделение компонент линий, формируемых эффектами отражения рентгеновского излучения на поверхности холодных звезд, что позволило измерить амплитуды их лучевых скоростей. Выполненная диссертантом доплеровская томография подтвердила вывод о наличии в исследуемых полярных объектах эффектов отражения и обеспечила построение феноменологических моделей их аккреционных структур. Следует особо отметить применение методов численного моделирования при анализе спектров CSS081231 для определения размеров аккреционных структур, параметров магнитного поля белого карлика и атмосферы вторичной компоненты.

В **Заключении** сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Представленная диссертация производит хорошее впечатление. Ее несомненным достоинством является гармоничное сочетание современных наблюдательных данных, многочисленных методик их количественного анализа и моделирования. Следует отметить, что в диссертацию включены почти все методы оптических наблюдений полярных звезд, реализованные на телескопах САО РАН. Высокая эффективность приемной аппаратуры этих телескопов и большие наблюдательные ряды, полученные диссертантом, явились надежной основой для успешного выполнения работы. Однако не менее значимым фактором оказалась выбранная стратегия комплексного анализа данных с применением эффективных методов Шафтера и оконной кросс-корреляции спектров, позволивших однозначно выявить области формирования видимого излучения и определить их динамические характеристики. Одновременно, использование диссертантом теоретического моделирования спектров звезд и данных современной теории звездной эволюции придало его исследованиям законченный характер с определением набора фундаментальных параметров 3 полярных звезд. Данные результаты, несомненно, имеют большую научную и практическую ценность, а предложенный в работе подход к анализу данных - методическую ценность. Кроме того, важное научное значение представляет классификация четырех новых полярных звезд с определением их эфемерид, а практическое значение - полученные диссертантом обширные ряды поляриметрических, фотометрических и спектроскопических наблюдений высокого качества. Результаты, включенные в диссертацию, прошли надлежащую апробацию на 6 российских и международных конференциях с личным участием автора и опубликованы в 6 статьях в высокорейтинговых, рецензируемых изданиях. Данные результаты могут использоваться во многих астрономических центрах, изучающих вопросы физики и эволюции звезд и тесных двойных систем: САО РАН, ГАО РАН, ИНАСАН, ГАИШ, КрАО, ИА СФУ, КФУ и др.

К представленному тексту диссертации необходимо высказать следующие замечания:

1) При исследовании полярных звезд BS Tri и CSS081231 диссертантом учтены поправки за различия лучевых скоростей вторичной компоненты и горячего пятна на ее поверхности, формируемого под действием эффектов отражения. Их величина зависит от ряда параметров полярной звезды и увеличивает амплитуду лучевых скоростей вторичной компоненты на 12-16%. К сожалению, учет поправок не проведен для полярной звезды USNO0825, что, очевидно, обусловлено более ранним временем его исследований. Однако при написании текста диссертации было бы желательно сделать оценки влияния на массы компонент USNO0825 поправки за лучевую скорость, принимая ее аналогичной полярным BS Tri и CSS081231.

2) Учитывая, что одной из главных целей работы являлось открытие новых полярных звезд и определение их характеристик, диссертанту следовало бы в обзоре представить список подобных объектов с известными наборами параметров и провести их статистический анализ. Результаты этого анализа позволили бы диссертанту сделать в главе 4 более глубокие выводы о положении исследованных им полярных звезд в группе систем этого типа.

3) Некоторое количество замечаний имеется к оформлению диссертации. В частности, многие таблицы и рисунки содержат надписи на языке, отличном от официального языка диссертации. Рисунки 1.4, 2.2, 2.7 и др. не имеют обозначений одной из осей и нарушена общность обозначений на части других рисунков. На рис. 4.24 отсутствует цитируемая в подписи нумерация спектров. Результаты, приводимые в конце каждой главы, не оформлены в отдельные параграфы, что затрудняет чтение текста. Представленные эфемериды имеют недостаточно цифр в значениях периодов для соответствия заявляемой автором точности. На стр. 50 сделана некорректная ссылка на рисунок, а на стр. 82 - на формулу (1). Текст на стр. 21. "Бейлей [14] представил ..." не имеет логической связи с предыдущим изложением. На стр. 62 не указано, кем проведены наблюдения 29 сентября 2011 г. Нако-

нец, следует отметить ряд стилистических и лексических ошибок на стр. 16 ("... связан с аккреционной колонны."), стр. 21 ("Выше перечисленные особенности касаются также и инфракрасного диапазона, излучение сильно переменно ..."), стр. 44 ("Полученные фотометрические временные ряды были обработаны, был уточнен ...") и др.

Указанные неточности не умаляют достоинств диссертационной работы и не влияют на результаты, выносимые на защиту.

Автореферат полностью отражает содержание и структуру диссертации.

Считаем, что диссертация "Фотометрические, спектральные и поляриметрические исследования магнитных катаклизмических переменных" является законченным научным исследованием, обеспечивающим дальнейшее развитие теории физики и эволюции звезд и тесных двойных систем, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а диссертант Габдеев Максим Маратович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия.

Отзыв подготовлен профессором Сахибуллиным Н.А. и утвержден на заседании кафедры астрономии и космической геодезии Казанского (Приволжского) федерального университета от 18 марта 2016 г.

Зав. кафедрой астрономии  
и космической геодезии,  
д.ф.-м.н.

Бикмаев И.Ф.

Профессор кафедры астрономии  
и космической геодезии,  
д.ф.-м.н.

Сахибуллин Н.А.

Адрес: 420008, РТ, г. Казань, ул. Кремлевская 18, КФУ

Телефон: (843) 292-69-77

Факс: (843) 292-44-48

E-mail: public.mail@kpfu.ru