

Утверждаю:

Директор федерального государственного
бюджетного учреждения науки
«Крымская астрофизическая обсерватория РАН»



А.Н. Ростопчина-Шаховская
« 19 » декабря 2023г

ОТЗЫВ

Ведущей организации федерального государственного бюджетного учреждения науки «Крымская астрофизическая обсерватория РАН» на диссертацию Сергея Евгеньевича Павловского «Фотометрическое и спектроскопическое исследование структурных особенностей газовых оболочек некоторых AeVe звезд Хербига», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 – Физика космоса. Астрономия

Диссертация С.Е. Павловского посвящена исследованию молодых звезд ранних спектральных типов, находящихся в стадии эволюции до главной последовательности, когда звезда еще окружена аккреционным диском. Тема диссертации является **актуальной**, поскольку исследования таких звезд проливают свет не только на эволюцию звезды и аккреционного диска, но и на процесс формирования планет. Активность молодой звезды играет заметную роль в этом процессе: жесткое излучение (ультрафиолет и рентген) оказывает влияние как на химическую эволюцию газо-пылевого диска, так и на эволюцию планетных атмосфер.

Диссертантом проведены **новые** длительные серии фотометрических и спектральных наблюдений горячих молодых звезд. Исследованы звезды типа AeVe Хербига (далее - HАeVe) : HD 52721 (B2e) и HD 37806 (A2–B8).

Решались следующие задачи: 1) выяснить природу циклических ослаблений блеска звезды HD 52721, 2) выявить структуру околзвездных оболочек и динамику газовых потоков двух звезд: HD 37806 и HD 53721. Методы исследования: спектральный и фотометрический мониторинги.

Во Введении дан краткий обзор современных представлений о природе HАeVe звезд, сформулированы цели работы, приведен список публикаций соискателя и перечислены пункты, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена фотометрическому исследованию двойной системы HD 52721. По данным фотометрических наблюдений уточнен

известный ранее период 0.8 суток в изменениях блеска, а по фотометрии, проведенной соискателем (4000 измерений блеска) показано, что истинный период составляет 1.6 суток, и сделан вывод о том, что HD 52721 является тесной затменно-двойной системой. Это **новый** результат.

Во второй главе приведены результаты спектральных наблюдений двойной системы HD52721. По изменениям лучевых скоростей атмосферных линий определен период 1.61 суток, соответствующий орбитальному движению двух звезд системы. Показано, что расстояние между компонентами составляет около трех радиусов каждого из компонентов. **Впервые** обнаружены структурные особенности околозвездной среды HD52721 – газовые потоки аккрецирующего вещества. Наблюдаемое изменение эмиссионных линий интерпретируется как существование азимутальной неоднородности в околозвездной дискообразной оболочке.

В третьей главе изложены результаты десятилетнего спектрального исследования Ве звезды Хербига HD 37806. Временное разрешение отдельных спектральных рядов наблюдений составляло порядка суток. Обнаружены быстрые изменения профилей эмиссионных линий водорода и гелия с периодом вращения звезды. Получены **новые результаты**, указывающие на существование магнитосферы у этой горячей звезды: скорость падения вещества, определяемая по профилям спектральных линий, достигает 420 км/с, что возможно лишь в случае магнитосферной аккреции. Получены оценки радиуса магнитосферы (около двух радиусов звезды), и темпа аккреции ($1.4 \cdot 10^{-7}$ масс Солнца в год). Наблюдаемая переменность профилей эмиссионных линий интерпретировалась в рамках существующих моделей аккреции и дискового ветра. Получены свидетельства изменения темпа магнитосферной аккреции на шкале времени в несколько суток.

В Заключение перечислены основные результаты и сформулированы выводы, полученные в диссертации.

Результаты этих исследований были опубликованы соискателем в период с 2011 по 2022 гг в 10 научных статьях, из них 6 - в рецензируемых.

Замечания: Основное замечание касается одного из исследованных объектов: HD 52721. В выводах Главы 2 и в Заключение диссертации утверждается, что: "объект представляет собой затменную тесную двойную систему, состоящую из двух звезд класса В с близкими параметрами атмосферы и с орбитальным периодом $P = 1.610$ d." Упоминается также третья (фоновая?) звезда на расстоянии 0.65 угловой секунды от двойной системы (см. стр. 47). Однако, в статье Оболенцевой и др. 2021 г. (Астрофизический бюллетень, том 76, № 3, с. 354–358), получен вывод о том, что HD 52721 -- квадрупольная система, включающая две пары с расстоянием между ними 0.65 угловой секунды, различающиеся по яркости

на две звездных величины. Эта статья не обсуждается в диссертации, хотя соискатель входит в число ее соавторов, и статья присутствует под номером [A10] в списке публикаций по теме диссертации. Очевидно, при наблюдениях HD52721 в диафрагму фотометра и в щель спектрографа попадали все четыре компонента этой квадрупольной системы, с максимальным вкладом от более яркой двойной звезды.

В тексте диссертации есть небольшое число опечаток и не вполне удачных выражений, например: на стр. 8: "Считается, что в атмосферах Ae/Be звезд Хербига нет конвективных зон, что исключает действие классического динамо-механизма ..." Вероятно, соискатель имеет в виду не атмосферы, а подфотосферные слои, как сказано в том же абзаце несколькими строками ниже.

В разделе 1.4: "Подобное образование предсказывалось в ряде теоретических работ, в частности, в работе Сотниковой и Гринина [76]." Но в списке литературы ссылки на эту статью нет.

В разделе 2.4: "Обращает на себя внимание вид профилей эмиссионных линий Fe II (см. рис.1.19)." Здесь, по-видимому, имеется в виду Рис. 2.10.

Указанные опечатки, однако, не затрудняют понимание обсуждаемых результатов.

Основное достоинство диссертации заключается в большом объеме **новых** наблюдательных данных, в обнаружении неизвестных ранее явлений и в объяснении их физической природы. Наблюдательный материал, использованный в диссертации, получен при личном участии соискателя.

Получены убедительные доказательства существования магнитосферной аккреции на звездах AeBe Хербига не только поздних (Ae), но и ранних (Be) спектральных типов. Это **новый** важный результат, который имеет большое значение для понимания механизмов генерации магнитного поля на звездах.

Достоверность полученных результатов обеспечена точностью фотометрических и спектральных измерений, а также продолжительностью наблюдений на разных временных шкалах – от суток до месяцев и лет. **Выводы диссертации обоснованы** интерпретацией полученных результатов наблюдений с использованием современных моделей процессов аккреции вещества на молодую звезду с магнитным полем. Наиболее значимым является **новый вывод** о существовании магнитосферной аккреции вещества на горячие молодые звезды.

Результаты диссертации могут быть использованы в ГАИШ МГУ, ГАО РАН, САО РАН, КрАО РАН и других отечественных и зарубежных организациях, где проводятся работы по исследованию молодых звезд и звездной эволюции.

Вывод:

Диссертация Сергея Евгеньевича Павловского " Фотометрическое и спектроскопическое исследование структурных особенностей газовых оболочек некоторых Ae/Be звезд Херbiga" представляет собой цельную научно-квалификационную работу, в которой получены новые сведения о физических процессах, протекающих на ранних стадиях эволюции звезд.

Диссертация соответствует критериям, установленным п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утверждённого постановлением правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. Работа выполнена на высоком уровне, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса. Астрономия.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

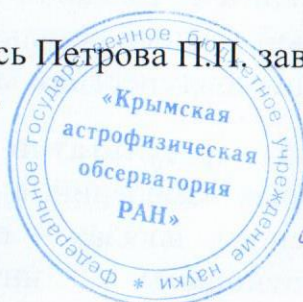
Отзыв подготовил главный научный сотрудник Отдела физики звезд КрАО РАН, доктор физ.-мат. наук, П.П. Петров. Отзыв обсужден и одобрен на объединенном астрофизическом семинаре КрАО РАН 14 декабря 2023 г.

Руководитель семинара:

П.П. Петров, доктор физ.-мат. наук

тел: 978 878 0357 , e-mail: petrov@craocrimea.ru

Подпись Петрова П.П. заверяю: Начальник отдела кадров
ФГБУН «КрАО РАН»



А.С. Семенова

Сведения о ведущей организации:

ФГБУН "Крымская астрофизическая обсерватория РАН"
298409, Республика Крым, Бахчисарайский р-н., пгт. Научный
тел./факс: +7-36554-71161 e-mail: crao@inbox.ru