

## ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию

**Павловского Сергея Евгеньевича**

**“Фотометрическое и спектроскопическое исследование структурных особенностей газовых оболочек некоторых Ae/Be звезд Хербига”,**

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. – Физика космоса, астрономия (физико-математические науки)

Диссертация С. Е. Павловского посвящена проблемам исследования так называемых Ae/Be звезд Хербига. Это молодые объекты с массами от 2 до 10 масс Солнца, которые еще не вышли на главную последовательность (PMS-стадия). В их спектрах в видимой области наблюдаются эмиссионные линии, а также избыток излучения в ИК и субмиллиметровой области, которые возникают благодаря различным механизмам (аккреция, наличие околзвездного диска, пыли и ветра), воздействия которых до сих пор не до конца понятны. Предполагается, что доля двойных звезд среди Ae/Be звезд Хербига должна быть довольно высокой, так как они в основном находятся в скоплениях и ассоциациях. По данным современных статистических исследований эта величина составляет около 56%. Было также обнаружено, что чаще всего их компаньонами являются T Tauri звезды или коричневые карлики. В отличие от маломассивных T Tauri звезд, Ae/Be звезды Хербига не обладают сильным крупномасштабным магнитным полем. Тем не менее, предполагается, что эти звезды являются предшественниками магнитных химически-пекулярных Ap/Вр-звезд Их изучение позволит понять природу и эволюцию магнитного поля этих объектов. Поэтому направление исследования, развитое в диссертации, можно считать **актуальным и перспективным**.

Диссертация состоит из Введения, трех глав, Заключения, Списка литературы, который содержит 115 наименований, и Приложения. Общий объем диссертации – 109 страниц. В ней 32 рисунка и 6 таблиц.

Во Введении довольно подробно изложена история исследования Ae/Be звезд Хербига. Особое внимание было уделено описанию развития представлений о структуре их газовой оболочки, пространственной структуре пылевых аккреционных дисков, а также их взаимодействию со средой. Во **Введении** перечислены основные задачи исследования, сформулированы актуальность, новизна результатов и научно-практическая ценность работы, перечислены основные положения, выносимые на защиту, представлены списки опубликованных работ с указанием личного вклада и апробации результатов диссертации.

**Первая и вторая главы** посвящены результатам фотометрических и спектральных наблюдений HD 52721, причем, как проведенных самим диссертантом, так и взятым из литературных источников. На основании анализа полученных данных, было впервые доказано, что объект представляет собой тесную контактную двойную систему с орбитальным периодом около  $P = 1^d.610$  и с близкими физическими параметрами компонентов. Спектральные данные высокого разрешения были получены в разные фазы орбитального периода, что позволило выявить структурные особенности околзвездной среды HD 52721.

В **третьей главе** исследовалась другая молодая Ae/Be звезда Хербига – HD 37806. Ее наблюдения проводились в течении 10 лет, в результате чего было получено большое количество спектральных данных высокого разрешения. Подобное комплексное исследование для этой звезды проводилось впервые. Анализ полученных данных позволил выявить переменность профилей разных спектральных линий и обнаружить усиления темпа аккреции из диска на звезду на временном масштабе в несколько дней.

В **Заключении** перечисляются полученные результаты диссертационной работы и сделанные в ней выводы. В **Приложении** вынесена информация о полученном спектральном материале для обоих объектов исследования.

**Практическая ценность** работы заключается в изучении физических и кинематических характеристик двух Ae/Be звезд Хербига, применяя при этом как фотометрические, так и

спектральные данные высокого разрешения. Такой комплексный подход существенно увеличил объем информации, который может быть получен при исследовании подобных объектов. Также стоит отметить длительную работу по проведению наблюдений и обработки большого количества полученного материала. Его кропотливый анализ с использованием современных методов позволил получить достоверные результаты, которые были опубликованы в рецензируемых журналах.

Замечания к диссертационной работе носят в основном характер уточнений и пожеланий. В тексте работы встречается довольно много опечаток и жаргонных выражений. Например: “Орбита системы *эксцентричная...*” (стр. 11), “...с локальными *поярчаниями* объекта...” (стр. 27), “... связана с магнитной *центрифугой* ...“ или “... когда механизм ускорения *центрифугой* станет .... “ (стр. 81). Встречаются выражения, обозначающие коротковолновую или длинноволновую область спектра: “*красная* абсорбция, *красная* часть профиля, смещение в *красную* или *фиолетовую* сторону, *голубая* компонента профиля и т.д.” (стр. 33, 42-44, 73, 75). Встречаются неудачные выражения, например, “... гипотезы из б) и в) из [72] должны *будут* быть отвергнуты” (стр. 26), где *будут* – лишнее слово; “Четко *обрисовываются* два основных широких минимума ...” (стр. 34), где слово *обрисовываются* лучше заменить на *видны*; “... Профили *На* приобретали вид, *когда никогда* раньше не наблюдался ...” (стр. 63), лучше заменить на *которые* раньше не наблюдались; “... накладывающийся на самую *вершину* этой эмиссионной компоненты ...” (стр.73), лучше сказать “... накладывающийся на ядро линии эмиссионной компоненты...”.

К содержанию работы можно сделать следующие замечания.

В Главе 1 иллюстративный материал оформлен не по ГОСТу и некоторые изображения низкого качества. Оформление подписей к осям графиков разные, плохо читаемые, например, на рис. 1.1, 1.2, 1.7 и 1.9. Отображение формул в тексте диссертации также не соответствует стандартам.

Для звезды HD 52721 в обзоре нет результатов некоторых важных современных работ. Например, не указаны работы, в которых изучается кратность объекта: HD 52721 является квадрупольной системой согласно спекл-интерферометрическим наблюдениям SOAR (Tokovinin et al. 2022) и БТА (Obolentseva et al. 2021). Также отсутствуют работы с подобными, но более современными исследованиями, например, Shokry et al. 2018, в которой авторы по анализу кривой блеска звезды показали, что она полуконтактная затменно-двойная с двумя молодыми компонентами спектрального класса B2 и B2.5, или Prša et al. 2022 и Shi et al. 2022, в которых авторы по высокоточной фотометрии TESS также отнесли HD 52721 к затменно-переменным с орбитальным периодом  $P = 1^d.610$ . Все эти исследования подтвердили некоторые полученные результаты данной диссертации.

Для спектров эшелле-спектрографа REOSC проводилась аппроксимация континуума для отдельных порядков. Однако не указано, зачем эта процедура проводилась только для отдельных порядков и как тогда она осуществлялась для остальных.

Для звезды HD 37806 в литературном обзоре было указано, что, возможно, у нее имеется спутник на небольшом угловом расстоянии, однако в тексте работы не приведено: как это наличие может повлиять на полученные результаты.

На рис. 3.6, который описывает изменение величины отношения эмиссионных пиков  $V/R$ , нет пояснений о штриховой серой линии. Какой используется закон аппроксимирующей функции и почему был выбран именно он?

Перечисленные выше замечания не снижают значимости данной работы. Можно сделать вывод, что диссертация С. Е. Павловского представляет собой цельное и законченное научное исследование, которое вносит свой вклад в понимание влияния структуры околозвездных дисков и пыли на наблюдательные особенности Ae/Be звезд Хербига. Был получен уникальный и не имеющий аналогов наблюдательный материал высокого качества, который может быть использован для дальнейшего более детального исследования структурных особенностей околозвездной среды исследуемых объектов. Личный вклад был определяющим в данной диссертационной работе.

Полученные результаты отличаются **научной новизной**, они были опубликованы в научных журналах и представлены на всероссийских и международных конференциях. Автореферат диссертации правильно и полностью отражает ее содержание. Положения, выносимые на защиту, **достоверны и обоснованы**. Работа имеет большую практическую ценность, и ее результаты могут быть использованы в России и других странах в астрономических учреждениях, в которых изучается физика звезд.

Диссертация С. Е. Павловского “Фотометрическое и спектроскопическое исследование структурных особенностей газовых оболочек некоторых Ae/Be звезд Хербига” удовлетворяет всем требованиям к кандидатским диссертациям в соответствии с установленным п.9 “Положения о порядке присуждения ученых степеней”, утвержденным постановлением правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.

Автор диссертационного исследования Сергей Евгеньевич Павловский безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. – Физика космоса, астрономия.

Научный сотрудник лаборатории исследований звездного магнетизма,  
кандидат физико-математических наук  
369167, п. Нижний Архыз, Зеленчукский район,  
Карачаево-Черкесская республика, Россия  
телефон: +7 988 614 12 41  
e-mail: [amoiseeva@sao.ru](mailto:amoiseeva@sao.ru)

*А.М.*  
Моисеева Анастасия Валерьевна  
18.09.2024 г.

Подпись А. В. Моисеевой заверяю  
Ученый секретарь САО РАН  
Кандидат физико-математических наук



Кайсина Елена Ивановна  
18.09.2024 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук (САО РАН)  
369167, п. Нижний Архыз, Зеленчукский район,  
Карачаево-Черкесская республика, Россия  
тел.: +78787846336  
факс: +78787846315  
email: [admsao@sao.ru](mailto:admsao@sao.ru)