

На правах рукописи



Павловский Сергей Евгеньевич

**ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГАЗОВЫХ ОБОЛОЧЕК
НЕКОТОРЫХ Ae/Be ЗВЕЗД ХЕРБИГА**

Специальность 1.3.1 – Физика космоса, астрономия
(физико-математические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Санкт-Петербург – 2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки “Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской академии наук” (ФГБУН ГАО РАН)

Научный руководитель:

ПОГОДИН Михаил Александрович,
доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией Физики звезд (ЛФЗ) Федерального государственного бюджетного учреждения науки “Главной (Пулковской) астрономической обсерватории Российской Академии Наук” (ФГБУН ГАО РАН)

Официальные оппоненты:

ЛАМЗИН Сергей Анатольевич,
доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник,
ведущий научный сотрудник Лаборатории новых фотометрических методов, Государственного астрономического института имени П.К. Штернберга Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (ГАИШ МГУ)

МОИСЕЕВА Анастасия Валерьевна,
кандидат физико-математических наук,
научный сотрудник Лаборатории исследования звездного магнетизма Федерального государственного бюджетного учреждения науки “Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук” (ФГБУН САО РАН)

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Крымская астрофизическая обсерватория Российской академии наук” (ФГБУН КрАО РАН)

Защита состоится 22 ноября 2024 года в 11 час. 15 мин. на заседании диссертационного совета 24.1.021.01 на базе Главной (Пулковской) астрономической обсерватории Российской академии наук по адресу: 196140, г. Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, дом 65, корпус 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГАО РАН и на сайте ГАО РАН https://www.gaoran.ru/wp-content/uploads/2024/07/Dissertatsia_Pavlovsky_povtor.pdf

Автореферат разослан 21 октября 2024 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.1.021.01
кандидат физ.-мат. наук



А. А. Осипова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации

Настоящая диссертация посвящена исследованию Ae/Be звезд Хербига. Согласно современным представлениям, эти объекты имеют массы от 2 до 10 масс Солнца и в своей эволюции еще не достигли стадии Главной Последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела [1,2]. Они окружены газопылевыми оболочками, которые проявляют себя в виде избытка излучения в дальней инфракрасной (ИК) области и присутствием в спектре эмиссионных линий. Актуальность изучения Ae/Be звезд Хербига обусловлена тем, что они находятся на одной из наиболее активных эволюционных стадий, на которой за сравнительно непродолжительное время у звезды происходят кардинальные изменения внутреннего строения и характера ее взаимодействия с околозвездной оболочкой. Это находит свое отражение в структурно-кинематических особенностях околозвездного газа. Из экваториального диска происходит аккреция вещества на звезду. Помимо этого, у Ae/Be звезд Хербига наблюдается и обратный процесс оттока газа в сторону от звезды (ветер). Баланс между процессами аккреции и истечения вблизи поверхности звезды окончательно не исследован, он может изменяться во времени и от объекта к объекту. При этом определяющую роль здесь может играть магнитное поле звезды, определяющее структуру и кинематику газовых потоков в области взаимодействия звезды с ее оболочкой. Все эти процессы должны оказывать влияние на характер последующей фрагментации околозвездных дисков и на образование планетных систем, подобных нашей Солнечной системе.

Поэтому исследование структурных и кинематических особенностей околозвездного газа в оболочках избранных Ae/Be звезд Хербига дает возможность получить новую информацию о характере взаимодействия звезды и ее оболочки на стадии эволюции этих объектов до ГП.

Объекты, анализируемые в данной работе, и общая научная стратегия их исследований

В качестве объектов исследования были выбраны две звезды Хербига различного типа, имеющаяся информация о которых содержала много нерешенных вопросов:

1. Затменно-переменная В2е звезда Хербига HD52721, у которой была заподозрена двойственность.
2. Малоисследованная изолированная А2е-В8е звезда Хербига HD37806.

Настоящая диссертация является иллюстрацией применения различной стратегии исследования для каждого из двух объектов программы.

В случае HD52721, все исследования были направлены на проверку возможной двойственной природы объекта, поиск и анализ особенностей его циклической переменности с использованием фотометрического и спектрального методов. После подтверждения двойственности, дальнейшее исследование относилось уже к определению параметров компонентов системы и особенностей их орбитального движения. Программа предполагала поиск и анализ всевозможных зависимостей различных наблюдаемых параметров от фазы периодической переменности.

Для второго объекта программы HD37806 был использован метод длительного и плотного по времени спектроскопического мониторинга в широком диапазоне временного масштаба от дней до месяцев и лет, охватывающем большинство физических процессов и явлений, которые могут происходить у исследуемого объекта.

Конкретные задачи, решаемые в диссертации

Круг наших конкретных задач выглядел следующим образом:

1. Проведение программы фотометрических и спектральных наблюдений уникальной Ве звезды Хербига HD52721. Определение физической природы этого объекта на основе полученных данных наблюдений, а также с использованием уже имеющегося фотометрического материала. HD52721

демонстрирует циклическое появление минимумов блеска, повторяющихся с периодом $P \sim 0.8$ суток. Причиной такого фотометрического поведения может быть то, что:

- а) звезда является затменно-двойной системой и
- б) объект представляет собой одиночную звезду с темными пятнами на ее поверхности.

Предполагаемое исследование должно было дать ответ на этот вопрос.

2. Проведение многолетнего спектроскопического мониторинга звезды

Хербига HD37806 (A2 – B8). Ранее, детальные спектральные наблюдения этого объекта не проводились.

Предполагалось:

- а) провести исследование некоторых линий оболочки таких, как H α , H β , HeI 5876 и др., в спектрах объекта на временном масштабе от дней до лет и
- б) исследовать структурные особенности его околозвездной оболочки в сравнении с подобными свойствами околозвездной среды у других подобных объектов.

Научная новизна

1. Впервые, на основании анализа прежних фотометрических данных и собственной фотометрической и спектроскопической программы исследования уникальной Ве звезды Хербига HD52721, было однозначно показано, что объект представляет собой тесную контактную двойную систему, состоящую из двух звезд класса B2 с близкими параметрами атмосферы и с орбитальным периодом $P = 1.610^d$.

2. Были впервые обнаружены структурные особенности околозвездной среды HD52721, включающие:

- а) наличие азимутальной неоднородности на внутренней оболочке, сконцентрированной около менее яркого компонента и вращающейся с периодом, равным орбитальному периоду системы;

б) появление в отдельные даты локального плотного истечения из внешней оболочки системы в сторону самой системы, существование которого предсказывает теория;

в) подтверждение появления дополнительных увеличений блеска на фазах фотометрического максимума, которые могут быть связаны с эффектом отражения в тесной двойной системе или с обменом масс между компонентами через внутреннюю точку Лагранжа.

3. За десять лет наблюдений был **впервые** получен богатый спектроскопический материал (277 спектров высокого разрешения в течение 51 наблюдательной ночи с 2009 по 2019 г.) для Ae/Be звезды Хербига HD37806, спектральные исследования которой проводились ранее только эпизодически.

4. На основе анализа полученных спектроскопических данных было **впервые** показано, что наблюдаемая переменность профилей различных линий в спектре HD37806 может быть связана с:

а) широтным перераспределением газа в зоне ветра;

б) движением азимутальных неоднородностей истекающего вещества;

5. Были **впервые** обнаружены эпизодические усиления темпа аккреции из диска на звезду на временном масштабе в нескольких дней. Величина скорости аккрецируемого газа до +400 км/с, наблюдаемая во время этих эпизодов, позволяет предположить, что аккреция у HD37806 носит магнитосферный характер.

Научная и практическая значимость

1. Опыт комплексного исследования кандидатов в двойные системы, примененный в нашей работе к уникальной Be звезде Хербига HD52721, может быть также использован для изучения других объектов похожего типа. Сочетание фотометрии и спектроскопии существенно увеличивает объем информации, который может быть получен при исследовании подобных объектов.

2. Наше фотометрическое исследование HD52721 показало, что в разные сезоны наблюдений на кривой блеска помимо основных двух минимумов эпизодически появлялись дополнительные локальные детали на различных фазах орбитального периода. Продолжение фотометрической программы для этого объекта позволило бы набрать больше материала об этих образованиях, провести их классификацию и, в итоге, прояснить их природу.

3. Большой спектроскопический материал, полученный в течение 10 лет для Ae/Be звезды Хербига HD37806 (около 300 спектров высокого разрешения) может быть использован для дальнейшего более детального исследования структурных особенностей окколзвездной среды этих объектов.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из Введения, трех глав, Заключение, списка литературы и Приложения. Общий объем диссертации составляет 109 страниц текста, 32 рисунка и 6 таблиц, 4 из которых даны в Приложении. Список литературы содержит 115 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **Введении** приведен краткий обзор современных представлений о Ae/Be звездах Хербига и о методах их исследования, показаны актуальность и цель данной работы, обсуждаются ее новизна, научная и практическая значимость, кратко изложено содержание работы, дается список публикаций по ее результатам с учетом личного вклада автора, а также апробация этих результатов. В конце перечислены пункты, выносимые на защиту.

Глава 1 посвящена фотометрическому исследованию молодой затменной переменной – Be звезды Хербига HD52721.

В **разделе 1.1** приведена общая информация об объекте.

В **разделе 1.2** обсуждаются результаты фотометрических наблюдений этого объекта: многолетнего мониторинга, в течение 12 лет (1987 – 1998 гг.) на Майданакской обсерватории [3] и короткой серии измерений блеска,

проведенной в 1985г. в обсерватории ESO [6]. Авторы мониторинга определили, что кривые блеска демонстрируют фотометрические минимумы, с периодом $P = 0.805$ дней. Данные короткой серии из работы [6], свернутые авторами обзорной работы [4] с этим периодом, показали, что в минимуме блеска объект становится краснее. Однако, на майданакских кривых блеска этот эффект не был обнаружен. Нами было сделано предположение, что точность определения периода по майданакским данным была недостаточна, и поэтому нами была сделана периодограммная переобработка этих данных. В результате этой работы период был определен с точностью, большей на порядок: $P = 1^d.6101524 \pm 0^d.0000030$. И оказалось, что: а) в минимумах блеска объект действительно краснеет и б) соседние фотометрические минимумы на фазовой диаграмме для $P = 1.610$ суток имеют разную глубину. Дополнительно были использованы данные базы ASAS, относящиеся к периоду 2003 - 2009 г. Их фазовая кривая блеска в полосе V, построенная для периода $P = 1.610$ суток показала, что: а) два соседних минимума неодинаковы по глубине и б) на разных фазах на кривой блеска наблюдаются локальные детали.

В **разделе 1.3** описывается наша собственная программа фотометрии на Кисловодской горной станции ГАО РАН. Ее задачей было: а) подтверждение на новом материале разной глубины двух минимумов блеска на фазовой кривой для периода $P = 1.610$ дней, найденного в предыдущем разделе и б) поиск и анализ новых локальных деталей. В разделе приводятся параметры телескопа и фотометра с ПЗС матрицей и описывается методика обработки изображений звезд на фотометрических ПЗС-кадрах, а также всех необходимых тестов. Более 4000 индивидуальных измерений блеска HD52721 было сделано в течение 10 ночей в марте 2010 г. и 25 ночей с января по март 2013 г. После усреднения по 10 соседним точкам, была достигнута фотометрическая точность $\pm 0.007^m$.

В результате были построены фазовые кривые HD52721 с найденным ранее периодом $P = 1.6101524^d$ для двух сезонов наблюдений в 2010 и 2013 г. Было установлено, что: **а)** соседние минимумы блеска объекта на фазовой кривой,

действительно имеют разную глубину; б) был обнаружен дополнительный более узкий фотометрический минимум, наблюдавшийся в 2010 г. на фазах $\Phi = 0.20 - 0.25$ и в) на фазах $0.25 - 0.35$, соответствующих максимальному блеску объекта, в 2013 г. наблюдался дополнительный подъем блеска, подобный тому, который присутствовал на фазовых кривых блеска в 2003 – 2009 гг. согласно данным ASAS.

Подобные результаты хорошо соответствуют предположению, что HD52721 является затменно-двойной системой, состоящей из 2-х звезд близкого класса В с орбитальным периодом $P = 1.610$ суток.

В разделе 1.4 были приведены выводы из главы 1.

Глава 2 диссертации посвящена результатам спектроскопического исследования HD52721.

В разделе 2.1 дается описание нашей спектроскопической программы наблюдений HD52721.

Спектроскопия высокого разрешения HD52721 выполнена в 2009 – 2010 гг. на 2-х обсерваториях: а) Крымской астрофизической обсерватории (телескоп ЗТШ-2.6м, кудэ-спектрограф ASP-14, $R = 25000$) и б) обсерватории OAN SPM в Мексике (2.1-метровый телескоп, эшелле-спектрограф REOSC, $R = 17000$). В Крымской АО получено 54 спектра в области линий $\text{H}\alpha$, $\text{HeI } 5876$, $\text{He } 6678$, дублета $\text{DNaI } 5890, 5896$ в течение 14 ночей с октября 2009 г. по октябрь 2010 г. В обсерватории OAN SPM получено 40 эшелле-спектров в феврале 2010 г. в диапазоне $\lambda\lambda 3800 - 6800 \text{ \AA}$.

В разделе 2.2 приводится анализ параметров атмосферных линий, в спектре HD52721. Их анализ показал, что лучевые скорости атмосферных линий нейтрального гелия, и атмосферных компонент бальмеровских линий изменялись с фазой периода $P = 1.610^d$, и эти изменения полностью соответствовали поведению профилей линий, формирующихся в атмосферах 2-х компонентов класса В с близкими, но отличающимися параметрами в двойной системе. В случае вращения одиночной звезды с двумя поверхностными пятнами [5] характер изменения лучевых скоростей носил бы

совершенно иной характер. Отсутствие раздвоенности профилей на фазах фотометрического максимума, которая должна была бы наблюдаться, как следствие орбитального движения компонентов системы, можно объяснить наложением на спектр двойной системы спектра третьей фоновой звезды близкого спектрального класса. Такая звезда, действительно, находится на расстоянии $0''.60$ от HD52721 и по яркости она сопоставима с компонентами системы.

В **разделе 2.3** были определены параметры HD52721, как двойной системы. Были приведены доказательства, что это система однозначно является тесной и контактной с расстоянием между компонентами порядка 3 радиусов каждого из компонентов системы. Были также обнаружены признаки взаимодействия между компонентами.

В **разделе 2.4** было показано, что изменение положений околозвездных линий $H\alpha$, $H\beta$ и $HeI\ 6678$ в спектре объекта указывает на существовании азимутальной неоднородности в дискообразной газовой оболочке вокруг системы, сконцентрированной около вторичного менее яркого компонента и вращающейся твердотельно с компонентами системы.

Последний **раздел главы 2.5** подводит общий итог исследования уникальной Ве звезды Хербига HD52721 фотометрическим и спектральным методом. В нем перечислены возможные интерпретации наблюдаемых особенностей этого объекта.

В **Главе 3** представлены результаты нашего десятилетнего спектроскопического исследования Ae/Ве звезды Хербига HD37806 с 2009 по 2019 годы.

В **разделе 3.1** сделан краткий обзор имеющихся сведений об этом объекте.

В **разделе 3.2** описывается программа спектроскопического мониторинга HD37806, проведенная на двух обсерваториях: а) Крымская астрофизическая обсерватория, телескоп ЗТШ-2.6м, куде-спектрографы ASP-14 (до 2013 г.) и эшелле-спектрограф (начиная с 2013 г.) и б) обсерватория OAN SPM в Мексике 2.1-м телескоп, спектрограф REOSC. Всего с 2009 по 2020 гг. было получено

более 277 спектров в течение 51 ночи наблюдений. Предметом исследования были участки спектра в области линий $\text{H}\alpha$, $\text{H}\beta$, FeII 4923 (42), HeI 5876 и резонансного дублета DNaI 5890, 5896. Сборная таблица всего спектрального материала приведена в Приложении. Отмечается, что были использованы стандартные методы первичной обработки спектров, применяемые в данных обсерваториях.

В **разделе 3.3** приводится описание всех типов профилей спектральных околозвездных линий, наблюдаемых у HD37806.

В **разделе 3.4** представлены результаты анализа спектральной переменности HD37806 на средней и длинной временной шкале (от дней до месяцев и лет). Было установлено, что: **а)** глобальная трансформация профилей бальмеровских линий от PCyг-типа до двойного эмиссионного профиля происходит с характерным временем в несколько месяцев; **б)** изменения локальной структуры профилей всех исследуемых линий происходят на более коротком временном масштабе (порядка суток). Были особо отмечены эпизоды резкого усиления признаков аккреции на звезду, которые проявляются одновременно в разных линиях и происходят с характерным временем в несколько суток, что превышает ожидаемую продолжительность эффектов, связанных с вращательной модуляцией спектральных линий. Было сделан вывод, что это признаки реального изменения темпа аккреции из диска на звезду.

В **разделе 3.5** обсуждается возможная интерпретация всех явлений, наблюдавшихся у HD37806 и перечисленных в предыдущем разделе. Трансформация профиля линии $\text{H}\alpha$ из типа PCyгIII в двойной эмиссионный и наоборот может быть связана с изменениями широтного распределения зоны ветра, которое, в свою очередь может быть результатом переменности темпа аккреции. Движение локальных спектральных деталей на голубом пике профиля линии $\text{H}\alpha$ было объяснено вращением в зоне ветра локальных азимутальных неоднородностей. Было отмечено, что эпизоды внезапного появления признаков аккреции одновременно на профилях нескольких линий, происходят с характерным временем в несколько суток, что превышает

ожидаемую продолжительность эффектов, связанных с модуляцией профилей линий при вращении звезды. Был сделан вывод, что это признаки реального изменения темпа аккреции из диска на звезду.

Ряд свидетельств наличия магнитосферы у HD37806 разбирается в **разделе 3.6**.

И, наконец, в последнем **разделе 3.7** этой главы подведены краткие итоги исследования HD37806 в рамках нашей программы.

В **Заключении** формулируются основные научные результаты, полученные в диссертации, и сделанные в ней общие выводы. В **Приложении** приведены таблицы с перечнем всего спектрального материала, полученного в диссертации.

Публикации по теме диссертации

[A1] Погодин М.А., Бескровная Н.Г., Гусева И.С., **Павловский С.Е.**, Русомаров Н. HD52721 – тесная двойная система среди Ae/Be звезд Хербига // *Астрофизика*. – 2011. – Т. 54. – Вып. 2. – С. 243 – 261.

[A2] Бескровная Н.Г., Погодин М.А., Валявин Г.Г., Ихсанов Н.Р., Гусева И.С., **Павловский С.Е.**, Русомаров Н., Ежкова О.В. Ве звезда Хербига HD52721 – новые признаки двойственности // *Астрофизика*. – 2013. – Т. 56. – Вып. 1. – С. 51 – 67.

[A3] Погодин М.А., Бескровная Н.Г., Валявин Г.Г., Ихсанов Н.Р., Гусева И.С., **Павловский С.Е.**, Русомаров Н., Ежкова О.В. Фотометрическое и спектроскопическое исследование Ве звезды Хербига HD52721 первые результаты // *Известия Крымской АО*. – 2013. – Т. 109. – № 1. – С. 38 – 43.

[A4] **Павловский С.Е.**, Погодин М.А., Куприянов В.В., Горшанов Д.Л. Новое фотометрическое исследование Ae/Be звезды Хербига HD52721: признаки существования крупномасштабной азимутальной неоднородности // *Письма в Астрономический Журнал*. – 2015. – Т. 41. – № 6. – С. 317 – 327.

[A5] Погодин М.А., **Павловский С.Е.**, Козлова О.В., Бескровная Н.Г., Алексеев И.Ю. Об особенностях спектральной переменности Ae/Be звезды Хербига HD 37806 // *Астрофизика*. – 2018. – Т. 61. – Вып. 1. – С. 15 – 30.

- [A6] Погодин М.А., Козлова О.В., **Павловский С.Е.**, Алексеев И.Ю. Быстрая спектральная переменность Ae/Be звезды Хербига HD37806 // *Астрофизика*. – 2019. – Т. 62. – Вып. 1. – С. 23 – 42.
- [A7] **Pavlovskiy S.E.**, Pogodin M.A., Beskrovnaya N.G., Kozlova O.V., Alekseev I.Yu., Valyavin G.G., Miroshnichenko A.S., Gorda S.Yu. Unusual spectroscopic behavior of the Herbig Ae/Be star HD37806 // *ASP. Conf. Ser.* – 2019. – V. 518. – P. 144 – 146.
- [A8] Pogodin M.A., Beskrovnaya N.G., **Pavlovskiy S.E.** The Pulkovo program for spectroscopy of Herbig Ae/Be stars: 33 years of observations with the 2.6-m Shajn telescope of the Crimean Observatory // in: *Graund-Based Astronomy in Russia. 21 st Century*. – 2020. – SAO RAS, N. Arkhyz, Russia. – P. 133 –135.
- [A9] Pogodin M.A., Beskrovnaya N.G., **Pavlovskiy S.E.**, Guseva I.S., Kuprianov V.V., Gorshanov D.L., Ezhkova O.V., Ikhsanov N.R., Valyavin G.G. Photometric and spectroscopic peculiarities of the unique Herbig Be star HD52721. An eclipsing close binary system // *Az. Astron. Journal*. – 2020. – V. 15. – № 1. – P. 143 – 151.
- [A10] Obolentseva M.A., Dyachenko V.V., Pogodin M.A., Khovrichev M.Yu., **Pavlovskiy S.E.** HD52721 as a quadruple system // *Astrophys. Bull.* – 2021. – V. 76. – P. 292 – 296.

Общее число статей – **10**, из них **6** – в рецензируемых журналах.

В работах [A1–A4, A9] диссертант был полностью ответственным за фотометрическую программу: от сборки телескопа и фотометра из запасных частей до наблюдений и первичной и конечной обработки данных наблюдений. В работах [A5–A8, A10] диссертант участвовал на всех этапах проведения наблюдательной программы и обработки результатов наблюдений. Во всех работах автор диссертации, наряду со всеми соавторами, участвовал в анализе полученного материала и формулировке конечных выводов исследований.

Апробация результатов.

По теме диссертации было сделано **11** докладов на **9** конференциях.

- International astronomical conference “Stars: from collapse to collapse”, Special Astrophysical Observatory RAS, October 3 – 7, 2016, Nizhny Arkhyz, Russia.
- Международная астрономическая конференция «Звезды, планеты и их магнитные поля», Санкт-Петербургский ГУ, 17 – 21 сентября 2018 г.
- International astronomical conference “Physics of magnetic stars”, Special Astrophysical Observatory RAS, October 1 – 5, 2018, Nizhny Arkhyz, Russia
- “Mendeleev 2019 Congress”, St. Petersburg, September 9 – 13, 2019.
- International astronomical conference “Physics of stars and planets: atmospheres, activity, magnetic fields”, Shamakhy, September 16 – 20, 2019, Azerbaijan.
- The second international workshop “The UXOri type stars and related objects”, St. Petersburg, September 30 – October 4, 2019.
- All-Russian conference “Ground-based astronomy in Russia. 21st Century All-Russian conference “Ground-based astronomy in Russia. 21st Century”, SAO RAS, 21 – 25 September, 2020, Nizhny Arkhyz, Russia.
- Юбилейное совещание в Крымской астрофизической обсерватории «Магнетизм и активность Солнца, звезд и галактик», пос. Научный, 31 августа 3 сентября 2021 г., Крым, Россия.
- Всероссийская научная конференция «Нестационарные процессы в протопланетных дисках и их наблюдательные проявления», КрАО, п. Научный, 11-16 сентября 2022 г., Крым, Россия.

Основные результаты, выносимые на защиту.

1. Вывод о том, что Ве звезда Хербига HD52721 является тесной взаимодействующей системой, состоящей из двух звезд класса В с близкими параметрами атмосфер и орбитальным периодом $P = 1.610^d$. Вывод был сделан на основе анализа оригинальных фотометрических (4000 измерений блеска) и

спектральных (94 спектра высокого разрешения) данных наблюдений, полученных в 2009 – 2013 гг. на Кисловодской горной станции ГАО РАН, в Крымской астрофизической обсерватории и обсерватории OAN SPM в Мексике, а также опубликованных архивных данных.

2. Определение орбитального периода двойной системы HD52721 $P = 1^d.6101524 \pm 0^d.0000030$, параметров ее компонентов и морфологических особенностей ее околозвездной оболочки.

3. Результаты спектральных наблюдений Ae/Be звезды Хербига HD37806, проведенных в течение 2009 – 2019 гг. на телескопе ЗТШ-2.6м (Крымская АО) и 2.1-м телескопе обсерватории OAN SPM в Мексике (277 спектров высокого разрешения).

4. Результаты моделирования изменений профилей спектральных данных, наблюдаемых у Ae/Be звезды Хербига HD37806, в терминах вариаций широтного распределения зоны истекающего ветра, азимутальных неоднородностей оболочки и переменности темпа аккреции на различных временных масштабах.

Список цитируемой литературы

- [1] Herbig G.H. The spectra of Be-and-Ae type stars associated with nebulosity // *Astrophis. J. Suppl. Ser.* – 1960. – V.4. – P. 337 – 382.
- [2] Thé P.S., de Winter D., Perez M.R. A new catalogue of members and candidate members of the Herbig Ae/Be (HAEBE) stellar group // *Astron. Astroph. Suppl. Ser.* – 1994. – V.104. – P. 315-339.
- [3] Ezhkova O.V. On the period of GU Canis Majoris // *Inform. Bull. Var. Stars.* – 1999. – № 4693. – P. 1 – 2.
- [4] Tjin A Djie H.R.E., van den Ancker M.E., Blondel P.F.C., et al. The stellar composition of the formation region CMaR1-II. Spectroscopic and photometric observations of nine young stars // *Mon.Not.Roy.Astr.Soc.* – 2001. – V.325. – P. 1441 – 1457.
- [5] Harmanec P. Studies in Be-star variability. I. A remarkable similarity of the rapid periodic light variations of EM Cep, σ Ori E and, possibly, LQ And // *BAICz.* – 1984. – V.35. – P. 193 – 202.
- [6] Praderie F., Catala C., Czarny J., et al. Short term H-alpha variations in two Herbig PMS stars: HR5999 and HD52721 // *Astron. Astrophys.* – 1991. – V.89. – P. 91 – 103.