

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента**

**о диссертации на соискание ученой степени**

**доктора физико-математических наук**

**Горды Станислава Юрьевича**

**на тему**

**«Исследование физических параметров, эволюционного статуса и конфигурации некоторых типов затменных переменных звезд методами наблюдательной астрономии»**

**по специальности 01.03.02 – «физика космоса, астрономия»**

Подавляющая часть массивных звезд (более 70%) и значительная доля звезд меньшей массы входят в двойные или кратные системы. Многие из них в процессе эволюции вследствие обмена массой и угловым моментом существенным образом изменяют основные физические параметры, такие как масса, температура, химический состав и угловой момент. С другой стороны, столкновение одиночных звезд с двойными или кратными системами может существенно изменить кинематическую конфигурацию систем, приводящую к сближению компонентов, разрушению систем или замещению компонентов. Таким образом, необходимо с большим вниманием относиться к исследованию эволюции одиночных звезд тщательно исследуя их кинематические характеристики и наличия двойственности или кратности. Изучение эволюции двойных и кратных систем также актуально, так как дает возможность выявить множество объектов и явлений с весьма необычными свойствами, что и приводит к огромному разнообразию звездного населения. Данные вопросы чрезвычайно важны и вследствие их значительного разнообразия и сложности часто все еще далеки от уверенного понимания, поэтому исследование физических и кинематических характеристик двойных и кратных систем, так же как и их нестационарность остается актуальной

задачей современной звездной астрофизики. Именно исследованию этих проблем и посвящена диссертационная работа С. Ю. Горды.

### **Структура диссертации**

Представленная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и трех приложений. Число страниц в диссертации 304, 64 рисунка, 48 таблиц. Список цитируемой литературы состоит из 254 наименований.

Во введении представлен краткий обзор содержания диссертации, объектов исследования, описана актуальность диссертационной работы, цели, задачи, новизна полученных результатов, их научная и практическая значимость.

Представлена информация по апробации результатов, научным публикациям по результатам исследования соискателя и его вкладу.

В главе 1 автор, основываясь на данных каталога абсолютных элементов орбит более сотни затменных звезд, применив разработанный им же математический метод, существенно уточнил фундаментальные зависимости масса – светимость, масса – радиус и масса – спектр для звезд, заметно уменьшив бары погрешностей искомых зависимостей. Кроме того, соискатель заметно расширил диапазон масс и температур звезд в область более низких масс и температур. Поскольку исследуемые автором зависимости являются фундаментальными при изучении звезд, полученные автором результаты существенно повышают надежность исследования природы звезд.

Во второй главе представлены результаты фотометрического, спектрального и спеклинтерферометрического исследования четырех тесных двойных систем с массивными компонентами ранних спектральных классов. Три из них являются компонентами иерархической кратной системы ADS 2984. На кривой блеска двойной системы SZ Cam (ADS 2984B) обнаружены изменения блеска третьего тела, которое в свою очередь является тесной двойной системой. Диссертант установил, что в данной системе затмения отсутствуют, а колебания блеска вызваны приливными деформациями. По данным спеклинтерферометрических наблюдений и кривых изменения

периода для системы SZ Cam впервые определены все элементы орбиты третьего тела. Исследуя, по полученным автором спектрам, лучевые скорости компонентов данной системы, автор определил параметры орбиты компонентов, новые значения масс и радиусов компонентов и значительно уточнил параметры орбиты третьего тела. Исследование автором изменений блеска и лучевых скоростей двойной системы HD 25639 (ADS 2984A) того же скопления NGC 1502 позволило установить, что это массивная система с орбитальным периодом 57 дней относится к типу SB1 и массой невидимого компонента около 5 солнечных масс.

В главе 3 представлены результаты спектральных наблюдений UU Cas, ранее считавшейся одной из самых массивных тесных двойных систем. Соискатель впервые обнаружил присутствие линий, принадлежащих вторичному компоненту, а по переменности их лучевых скоростей определил отношение масс компонентов, находящееся в противоречии с фотометрическими данными, что позволило впервые определить действительные массы компонентов 10 и 18 солнечных масс для яркого и более слабого компонентов. Автор показал, что перенос массы осуществляется с более яркого и менее массивного компонента на более массивный компонент. Применение результатов доплеровской картографии потоков в данной системе позволило выявить сложную структуру данных процессов.

В главе 4 приводятся результаты фотометрического мониторинга двух контактных систем типа W UMa – AM Leo и обнаруженной автором GSC 3599-2569. Соискателем обнаружены циклические колебания блеска малой амплитуды с периодами 7.6 и 3.3 года для каждой из систем. Автор предполагает, что подобная переменность, скорее всего, связана с циклическостью, аналогичной 11 летней активности Солнца как следствие изменений магнитного поля конвективных оболочек компонентов. Как результат долговременного фотометрического мониторинга AM Leo и исследования времени наступления минимумов кривой блеска и их

переменности вследствие наличия третьего тела в системе, найден период обращения третьего тела в 50.5 лет

В пятой главе представлены результаты многолетнего фотометрического и спектрального мониторинга молодой массивной звезды типа Ве Хербига V645 Cyg. Автор обнаружил значительное увеличение блеска звезды в течение последних двенадцати лет на 1.5, 1 и 0.5 зв.в. в фильтрах I, R и V соответственно. Диссертант разумно предположил, что такие вариации блеска могут быть связаны с уменьшением толщины или разрыва в газо-пылевом коконе, окружающим звезду. В процессе исследования объекта, автор обнаружил в ближайших окрестностях еще пять переменных звезд неправильного типа с большими инфракрасными избытками цвета и некоторые из них также могут быть молодыми объектами. В ближайшей окрестности изучаемого объекта дополнительно обнаружена еще одна переменная звезда ЗУС 281-20371, которая оказалась звездой типа Алголя с полным затмением во вторичном минимуме. Решение кривой блеска этой системы оказалось, что система состоит из более массивного, горячего главного компонента и холодного, меньшего по размерам и менее массивного компонента. Автор указывает на то, что система находится в относительно редко встречаемой фазе пред-Алголей.

В заключении представлены основные результаты диссертационной работы и намечены направления дальнейшего развития исследований.

### **Актуальность темы диссертации**

Диссертационная работа С. Ю. Горды посвящена исследованию двойных и кратных систем различных масс. Разделенные двойные затменные системы, не прошедшие фазу обменом массой, дают нам важнейшую информацию о массах температурах и радиусах звезд с точностью редко достижимой при использовании других методов как прямых, так и косвенных. Поэтому построение все более точных зависимостей масса – температура или масса –

светимость, полученные при решении кривых изменения лучевых скоростей и блеска системы вследствие затмений, является одной из важнейших задач физики звезд. С другой стороны, наличие активного обмена массой на определенных фазах эволюции тесной двойной системы кардинально меняет последующую эволюцию каждой из звезд и двойной системы в целом, так как приводит к существенному изменению масс, температур, химического состава, углового момента как каждой из звезд, так и параметров орбиты системы. Поскольку частота встречаемости двойных систем среди звезд велика (от 80% у массивных, до 30-40% у маломассивных) тесная двойственность систем на определенных этапах их эволюции приводит к огромному разнообразию типов звезд, часто порождая уникальные объекты типа сверхновых Ia, сливающихся белых карликов, экзотических систем с нейтронными компонентами, маломассивными черными дырами и множество других случаев. Исследование таких систем, безусловно, находится на переднем плане современной астрофизики и невозможна без фундаментальных исследований объектов их порождающих. Таким образом, проблемы изученные соискателем, безусловно, актуальны, что подтверждается огромным количеством публикаций по данной тематике.

### **Достоверность и новизна результатов диссертации**

Наблюдательные данные получены на приборах, работоспособность которых проверена на объектах с известными параметрами, что указано во всех случаях в тексте работы. Методика обработки полученных результатов приводится в каждом случае ее применения. Использование контрольных объектов в процессе выполнения поставленных задач существенно повышает достоверность получаемых результатов. Математический аппарат, используемый диссертантом, детально описан в тексте работы и является достаточным для понимания, а его применение для построения зависимостей по реальным данным, полученным из наблюдений, во всех случаях тестируется на смоделированных данных. Это позволило диссертанту

впервые получить, либо существенно уточнить физические параметры ряда двойных и кратных систем, обнаружить и исследовать новые системы, существенно уточнить и расширить ряд фундаментальных для астрофизики зависимостей, применяемых при исследованиях параметров звезд.

Стиль изложения материала в диссертации прост и понятен, соответствует правилам написания научных работ. Количество грамматических ошибок незначительно, хотя несколько были и найдены в процессе изучения текста диссертации. Каждая из глав работы в полной мере отражает определенный этап исследований. Рисунки и таблицы в полной мере отражают текст работы и существенно упрощают понимание решаемых задач, а таблицы в достаточной мере позволяют проверить утверждения, выносимые автором на защиту. Все утверждения и заключения диссертанта опираются на литературные источники, которые адекватно использованы и в полной мере отражают решаемые автором проблемы. Количество публикаций, подготовленное диссертантом достаточно, вклад автора в решении проблем и их написании адекватно отображен и не вызывает сомнений. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Полученные С.Ю. Гордой результаты могут быть востребованы в различных астрономических учреждениях России, таких как ГАИШ МГУ, ИНАСАН, САО РАН, СПбГУ, КраО РАН, ЮФУ, а также за рубежом. Считаю, что соискатель Горда Станислав Юрьевич, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 – «физика космоса, астрономия».

**Официальный оппонент**

доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела физики звезд Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Крымская астрофизическая обсерватория РАН»

ТАРАСОВ Анатолий Евгеньевич



**Контактные данные:**

тел.: +7-36554-71161, e-mail: tarasov@craocrimea.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом была защищена  
диссертация: 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия»

**Адрес места работы:**

298409, Республика Крым, Бахчисарайский район, пгт. Научный,  
Крымская астрофизическая обсерватория РАН, отдел физики звезд  
Тел.: +7-36554-71161; e-mail: crao@inbox.ru

Подпись сотрудника  
КраО РАН А. Е. Тарасова удостоверяю:

*Начальник ОК*

*А.С. Семёнова*

Ученый секретарь ФГБУН «КраО РАН»  
канд. физ.-мат. наук Бакланов А.В.

