

## О Т З Ы В

официального оппонента Алексея Сергеевича Расторгуева, профессора, доктора физико-математических наук, заведующего кафедрой экспериментальной астрономии физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,

**на диссертацию СЕНДЗИКАСА ЕВГЕНИЯ ГЕДИМИНОВИЧА**

**«Спектроскопическое исследование далеко проэволюционировавших звезд»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата-физико-математических наук по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия»

Звезды на стадии эволюции пост-асимптотической ветви гигантов (post-AGB) – одни из немногих звездных объектов, демонстрирующих заметные эволюционные изменения на протяжении жизни человека. Среди других объектов, показывающих быструю эволюцию на интервалах десятков или сотни лет – цефеиды, эволюционные изменения пульсационных периодов которых удается заметить на таких же интервалах времени. Изучение быстро эволюционирующих объектов в принципе дает неоценимую информацию для «шлифовки» теории звездной эволюции, и хотя бы по этой причине **представляется весьма актуальным**. Post-AGB /AGB звезды и подобные им объекты исключительно сложны как для наблюдений, так и для интерпретации. Наличие протяженных оболочек, истечение вещества, проникающая конвекция, особенности химсостава и сложная структура эмиссионных и абсорбционных линий требуют применения самых продвинутых спектроскопических методик и наблюдений на крупных телескопах. Среди этих объектов широко распространено явление спектральной «мимикрии». И, наконец, они представляют собой конечные стадии эволюции звезд промежуточных масс на пути в белые карлики. Разобраться в природе этих уникальных объектов – непростая задача, требующая от спектроскописта высочайшей квалификации как в наблюдениях, так и их интерпретации.

Рецензируемая диссертация, целью которой является спектральное изучение звезд post-AGB, представляет собой образец высокопрофессионального спектроскопического исследования. Ее автор, Е.Г. Сендзикас, является воспитанником одного из лучших мировых коллективов спектроскопистов – лаборатории спектроскопии РАН. Диссертация выполнена на основе высококачественного спектрального материала, полученного на БГА с эшелельными спектрографами с разрешением до 60000 в ходе мониторинга звезд-кандидатов в AGB/post-AGB и **содержит новые результаты**, касающиеся физических характеристик, классификации и стадий эволюции двух таких объектов.

Диссертация хорошо структурирована, написана ясным языком и легко читается. Во Введении кратко ставятся задачи исследования и приводятся основные результаты работы. В первой главе – «Некоторые результаты исследований звезд промежуточных масс» – дан исчерпывающий обзор современного состояния исследований быстро эволюционирующих звезд. Вторая глава – «Наблюдения и обработка» - содержит сведения о спектроскопической «кухне»: особенностях ПЗС-матриц, редукации изображений эшелельных спектров, программах

и методах определения физических параметров объектов и лучевых скоростей, применении синтетических спектров. Описывается создание спектрального атласа, основанного на высокодисперсных наблюдениях А-звезд с разными эволюционными статусами на спектрографе НЭС БТА РАН, очень полезного для проведения подобных исследований и доступного по сети Интернет. Отмечу, что во всех спектральных наблюдениях, их обработке и анализе данных автор диссертации принял самое активное участие.

В третьей главе – «Переменность спектра оптического компонента ИК-источника IRAS 01005+7910» – приведены результаты исследования горячей звезды с ИК-оболочкой. В ее спектре удалось найти запрещенные линии, говорящие о малой оптической толщине оболочки и близости стадии планетарной туманности.

С моей точки зрения, наиболее интересна четвертая глава – «Об эволюционном статусе высокоширотной переменной V534 Lyr». Эта звезда давно ставит загадки перед исследователями. Это горячая звезда (спектрального класса А0) на значительном расстоянии (около 0.7 кпк) над галактической плоскостью. В отличие от других кандидатов в звезды post-AGB, она не имеет ИК-избытка. В ходе спектрального мониторинга были обнаружены слабые пульсации глубоких слоев ее атмосферы. Автор диссертации привел аргументы против ее классификации как звезды на стадии post-AGB, заметив, что она, вероятно, может быть классифицирована как звезда в полосе нестабильности переменных типа BL Her (лежащей над горизонтальной ветвью).


В этой связи хотелось бы высказать свое мнение относительно классификации V534 Lyr. Я бы не стал исключать другую возможность ее классификации. В GAIA DR2 приведено значение тригонометрического параллакса этой звезды, соответствующего расстоянию около 2.2 кпк (это упомянуто и в диссертации; даже если учесть наличие систематической ошибки в параллаксах GAIA DR2, составляющей примерно  $-0.040$  мсд, это расстояние уменьшится не более чем на 10%). Как сказано в диссертации, по видимой величине  $V$  и поглощению ( $A_V \sim 0.2$  mag) можно оценить оптическую светимость  $M_V \sim -3.1 - -3.4$  mag. Это заведомо выше светимости переменных BL Her (и более чем на 4 mag ярче Лирид), да и высокая температура этой звезды (порядка 10000 K), не характерная для переменных BL Her и W Vir, «ставит» ее на диаграмме «температура – светимость» над звездами ВНВ чуть выше Главной Последовательности для А-звезд. Это довольно далеко от полосы нестабильности, здесь лежат немного проэволюционировавшие поздние В – ранние А-звезды, т.е. сравнительно молодые объекты. Имея в виду некоторый дефицит тяжелых элементов и небольшой избыток  $\alpha$ -элементов, нельзя исключить, что V534 Lyr является сравнительно молодой звездой, образовавшейся при падении холодных низкометаллических облаков газа на диск Галактики; примерно такова природа популяции низкометаллических молодых рассеянных скоплений. С этим согласуется и отсутствие ИК-избытка звезды. Считаю, что вопрос о природе V534 Lyr пока нельзя считать окончательно закрытым. Разумеется, мое замечание не влияет на общую высокую оценку всей диссертации, оно просто стимулирует дальнейшее изучение объекта.

Результаты работы благодаря использованию высококачественного наблюдательного материала и признанных лучших методик анализа спектрального материала **являются, безусловно, достоверными.** Они имеют большую **научно-практическую значимость.**

Четко указан авторский вклад в общие работы. Диссертация включает 114 страниц, в списке литературы 174 наименования. В приложении приведены таблицы. Результаты диссертации опубликованы в 4 статьях в рецензируемых изданиях, а 1 статья – в сборнике трудов конференции ASP. Они прошли апробацию на ряде конференций, как российских, так и международных. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Результаты работы, несомненно, могут найти применение в российских и зарубежных астрономических учреждениях, САО РАН, ГАИШ МГУ, ИНАСАН, СПбГУ, УрФУ, ЮФУ, Приволжский ФУ, КраО РАН и др. Рецензируемая диссертация отвечает всем требованиям, предъявляемым п.7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор, Евгений Гедиминович СЕНДЗИКАС, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия».

Официальный оппонент – профессор, д.ф.-м.н. А.С. Расторгуев, заведующий кафедрой экспериментальной астрономии физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

  
\_\_\_\_\_  
(А.С. Расторгуев)

Подпись А.С. Расторгуева заверяю.

И.о. директора ГАИШ МГУ профессор

  
\_\_\_\_\_  
(К.А. Постнов)



Контактные данные: Тел.: +7(495)9391616, +7(916)5705695

E-mail: [alex.rastorguev@gmail.com](mailto:alex.rastorguev@gmail.com)

Адрес места работы: 119992, г. Москва, Университетский проспект, д. 13, оф. 53

Тел. +7(495)9391616.

29 сентября 2018 г.