

**Отзыв научного руководителя
о диссертации Ольги Викторовны Марьевой
«Спектроскопические проявления эволюции массивных звезд»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия**

Актуальность научных проблем, рассмотренных в диссертации, априори обусловлена типом исследованных объектов. Это следует уже из того простого факта, что результатам исследований массивных звезд на различных этапах эволюции ежегодно посвящаются международные конференции высокого уровня. Самые массивные звезды наблюдаются в небольшом количестве, однако, именно они оказывают решающее влияние на процессы формирования и эволюции галактик. Эти звезды формируют межзвездную среду галактик за счет своих сильных ветров и мощного ультрафиолетового излучения. Массивные звезды на продвинутых стадиях эволюции являются одним из основных источников тяжелых элементов, обогащая межзвездную среду. Они же являются прародителями массивных сверхновых и гамма-всплесков.

Несмотря на большой объем исследований, понимание связи между массой звезд и их химсоставом пока довольно ограничено, поскольку выясняется, что эта взаимосвязь является многопараметрической. Нет полного представления о процессах потери вещества за счет мощного звездного ветра и сброса оболочек, а также о зависимости параметров этих процессов от металличности звезды. Нет ответа даже на вопрос о направленности эволюции вблизи фазы LBV. Является ли эта фаза окончанием эволюции или же это только транзитный момент? Последнее время растет интерес к изучению самых массивных звезд и в связи с вопросами эволюции химического состава Вселенной в самые ранние эпохи формирования звездного населения.

Изюминкой работы О.В. Марьевой в целом является подход, заключающийся в исследовании спектров звезд близкой исходной массы (около $60 M_{\odot}$), наблюдаемых на последовательных далеко продвинутых стадиях эволюции. Известно, что звезды с исходной массой свыше $40 M_{\odot}$ проходят в своем эволюционном пути фазы LBV и W-R. Работа направлена на изучение спектров классических звезд W-R и кандидатов в LBV, с потерей вещества за счет звездного ветра до $10^{-4} M_{\odot}$ в год, с целью определить их фундаментальные параметры (масса, параметры ветра), а также химический состав атмосфер. Звезды W-R, являясь представителями самых массивных далеко проэволюционировавших звезд, представляют возможность тестирования современных представлений о физике и эволюции самых массивных звезд, их вращении, потере массы и т.д. Звезды W-R — ключевые объекты и в проблеме эволюции химического состава галактик, поскольку в ходе своей эволюции за счет звездного ветра поставляют в межзвездную среду свеженаработанное вещество.

Работа О.В. Марьевой базируется на высококачественном наблюдательном материале, полученном на современной спектральной аппаратуре на крупнейшем отечественном телескопе БТА, а также на зарубежных наземных и внеатмосферных телескопах. Значительная часть материала получена по программам соискателя или с ее участием. Помимо новых наблюдений, соискателем широко использовались данные из архивов наблюдений нескольких обсерваторий. Уже в этом широком охвате наблюдательных данных отразилась высокая активность соискателя в освоении разнообразной спектральной аппаратуры и методов обработки данных. Здесь хочу особо подчеркнуть проявление важной черты, не столь часто встречающейся у молодых исследователей, — ее способность создавать успешные коллаборации заинтересованных специалистов из разных

обсерваторий, включая зарубежные.

Отличительной чертой диссертации О.В. Марьевой является использование (и развитие) современного матобеспечения для анализа спектральных данных. Программа CMFGEN (Hiller & Miller, 1998) используется для расчета моделей истекающих звездных атмосфер и моделирования спектров горячих звезд, для которых значительны эффекты звездного ветра и отклонения от локального термодинамического равновесия. Программа использует приближение однородного и сферически симметричного истечения с учетом неоднородностей. Использование метода моделей атмосфер позволило определить для звезд программы содержания легких элементов, включая и содержания CNO, подверженных изменению в ходе эволюции звезды.

Важные результаты получены в диссертации для уникального объекта — звезды Романо из галактики M33. Многолетний мониторинг параметров звезды выявил нетипичный для LBV звезд характер блеска, болометрической звездной величины и параметров звездного ветра. Получен важнейший вывод о поведении плотности ветра по мере изменения скорости истечения вещества, что указывает на сохранение величины потока вещества. Кроме того, соискатель пришла к выводу о том, что звезда Романо наблюдается на переходе к стадии W-R.

Весомой составляющей диссертации является комплексное исследование (включающее спектроскопию, фотометрию, спекл-интерферометрию, численное моделирование) предпринятое для выборки горячих звезд в составе звездной ассоциации Суг OB2. Объекты этой ассоциации традиционно исследуются в лаборатории астроспектроскопии более 10 лет. Спектры высокого разрешения позволили соискателю проводить сопоставление наблюдаемых и теоретических профилей. Выборка спектров для звезд вблизи Главной последовательности, помимо определения их фундаментальных параметров и химического состава, послужила для уточнения принадлежности звезд к ассоциации и решения известной проблемы об аномально высоком покраснении звезды No.12 в LBV в составе этой ассоциации. Покраснение для этой звезды — кандидата в LBV, составляет около 10 зв. величин, в то время как у других членов среднее покраснение ниже на несколько звездных величин. Результатом исследования является вывод об околозвездном происхождении избыточного покраснения излучения кандидата в LBV. Важным выводом, сформированном на основе исследования звезд в Суг OB2, является подтверждение каскадного характера звездообразования в этой ассоциации.

Перечисленные выше основные подходы, использованные в диссертации и приведшие к получению новых, актуальных и достоверных выводов, опубликованных в ведущих научных журналах мира с астрофизической тематикой, позволяют нам говорить о том, что соискатель уже является сложившимся исследователем. Необходимо подчеркнуть высокую степень самостоятельности проведенных исследований, как с точки зрения постановки задачи и ее выполнения, так и уровня представления полученных результатов. Обращаю внимание как на список публикаций соискателя в научных журналах с высоким импакт-фактором, так и на перечень научных конференций, где соискатель, как правило лично, представила доклады с результатами.

Текст диссертации, обобщающий полученные соискателем результаты, написан хорошим грамотным языком, оформлен с использованием современных средств редактирования текста и графики. Структура диссертации удачна для прочтения. Отмечу, что каждая глава содержит обзор по ее тематике. Для всех полученных параметров звезд автор оценивает и приводит погрешности.

В целом считаю, что диссертация О.В. Марьевой является самостоятельным и завершенным научным исследованием, достоверность выводов не вызывает сомнения. Работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ольга Викторовна Марьева, несомненно заслуживает присуждения искомой научной степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель, профессор,
зав. лабораторией астроспектроскопии CAO РАН,
доктор физико-математических наук

В.Г. Клочкова

Почтовый адрес: 369167 пос. Нижний Архыз Зеленчукского района
Карачаево-Черкесской республики,
Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН
Тел. 8(87878)46275 E-mail: Valentina.R11@yandex.ru

Подпись В.Г. Клочковой заверяю
Ученый секретарь CAO РАН
кандидат физико-математических наук



Е.И. Кайсина