

Отзыв

официального оппонента о диссертации
Тарасова Анатолия Евгеньевича
«Массивные двойные системы и Ве феномен»,
представленной на соискание ученой степени доктора физико-
математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная
астрономия

Большинство массивных звезд входят в двойные системы, у которых в процессе эволюции происходит обмен массой и угловым моментом. Эволюция компонентов двойной системы может отличаться от эволюции одиночных звезд аналогичных масс. Фактор двойственности существенно влияет на время жизни звезды на главной последовательности и последующую эволюцию, химический состав их атмосфер и вращение. Исследования двойных систем продолжают оставаться предметом многочисленных исследований как наблюдательного, так и теоретического характера. **Актуальность и новизна** диссертационной работы А.Е.Тарасова обусловлена тем, что в ней представлены результаты исследования массивных двойных систем в широком диапазоне величин орбитальных периодов, на различных стадиях эволюции, включая системы с компонентами на главной последовательности, систем в фазе активного обмена массой и сразу после него, рассмотрены процессы обмена массой и нестационарности аккреционных дисков в массивных двойных системах с релятивистскими компонентами; исследовано формирование Ве феномена при эволюции В звезд в течение их жизни на ГП.

Диссертационная работа Тарасова Анатолия Евгеньевича «Массивные двойные системы и Ве феномен» выполнена в Крымской астрофизической обсерватории. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка цитированной литературы. Общий объем диссертации составляет 309 страниц, включая 105 страниц текста, 95 рисунков, 47 таблиц и список цитированной литературы из 278 наименований.

К **новым** и важным результатам диссертационной работы можно отнести следующие:

По многочисленным спектральным наблюдениям, выполненным автором, определены, либо существенно уточнены периоды и параметры орбиты у массивных у ряда двойных систем

Результаты определения физических параметров и эволюционного статуса видимых компонентов массивных двойных систем

Результаты исследования обмена массой в двойных системах, находящихся на различных стадиях эволюции

Результаты комплексных исследований нестационарности на различных временных интервалах декреционных дисков вокруг Ве компонент, входящих в двойные массивные системы с релятивистскими компонентами

Результаты исследования популяции В и Ве звезд в молодых Галактических звездных скоплениях возрастом 3 – 25 млн лет. Обнаружение выраженной зависимости относительного содержания количества Ве звезд от возраста скоплений.

Практическая ценность работы, выполненной А.Е.Тарасовым, состоит в изучении физических и кинематических характеристик компонентов массивных двойных систем на различных стадиях эволюции системы в целом и каждого из компонентов.

Автором были исследованы процессы обмена массой в двойных системах, что позволило выявить особенности эволюции исследуемых массивных звезд, были изучены процессы обмена массой в системах с вырожденными рентгеновскими компонентами. Основываясь на результатах спектральных, фотометрических, рентгеновских и радио-наблюдений детально исследованы нестационарные процессы, возникающие в звездном ветре оптических компонентов и в аккреционных дисках вокруг релятивистских компонентов, таких как маломассивные черные дыры и нейтронные звезды.

Автором были выполнены обширные спектроскопические наблюдения массивных двойных систем на различных стадиях эволюции их компонентов и определены параметры орбиты исследуемых двойных систем. Эти результаты несомненно найдут применение при построении моделей эволюции массивных двойных систем.

Разработанная и примененная методика обработки наблюдательного материала и последующего анализа может быть использована для аналогичных исследований двойных систем, компоненты которых находятся на разных стадиях эволюции.

Имеется ряд замечаний к выполненной работе. К недочетам работы следует отнести излишнюю краткость введения и обзора научной проблемы, а также в изложении вопросов, связанных с общими свойствами рассматриваемых систем. Сопоставление с результатами опубликованных исследований других авторов могло бы усилить и расширить выводы диссертанта в части исследования изучаемых Ве звезд. Было бы целесообразно в диссертации привести хотя бы

основные современные по многим крайне интересным системам, полученные в последние годы.

Помимо того, имеется ряд конкретных замечаний.

Везде, где упоминается, что данные эволюционных расчетов интерполировались, не указано, как это было сделано - была ли это линейная или квадратичная интерполяция, и каковы погрешности процедуры. Возникает вопрос - улучшит ли точная интерполяция оценки масс и даст ли лучшее согласие между массами определяемыми по эволюционным расчетам и из анализа орбитальных элементов двойных систем?

В исследовании диссертанта использовались данные об эволюционных треках Claret и Gimenez, 1992; Schaller et al., 1992, однако более современные теоретические расчеты звездной эволюции, например, Claret; Torres, 2016 приводят к более длительной стадии фазы главной последовательности. Может ли это изменить часть выводов главы 1?

Отметим, также, что в литературе имеются расчеты эволюции быстровращающихся массивных звезд (с массами вплоть до более 10 масс Солнца и скоростями до 0.6 критической скорости) – см., например, в Jieun Choi et al. 2017.

Везде, где приводится графическое сопоставление параметров изучаемых компонент с эволюционными треками (например, рис.2.3 и далее) было бы целесообразно наносить соответствующие изохроны. Единственный рисунок, содержащий изохрону - рис.3.22 .

Согласно табл.2,3, к которой собраны массы, радиусы, светимости и возрасты компонент, найденные с помощью эволюционных расчетов для Спики, возраст компонента В оценивается $t = 11 \pm 10$. При такой погрешности утверждение $t_B/t_{\text{main}} = 0.25$ требует пояснения, а от него зависит вывод о том, что В находится еще в начале стадии ГП.

Диссертация содержит незначительное количество опечаток, например, стр. 245 «...наблюдения осуществлялись для ..».

Эти замечания не снижают положительной оценки диссертационной работы. Оценивая работу в целом, можно сделать вывод, что диссертация А.Е Тарасова представляет собой законченное научное исследование, в котором сделан важный шаг вперед в исследовании массивных двойных систем с различными орбитальными периодами, на различных стадиях эволюции, систем в фазе активного обмена массой и сразу после него. В работе рассмотрены процессы обмена массой и нестационарности аккреционных дисков в массивных двойных системах с релятивистскими компонентами. Наконец, автором

исследовано формирование Ве феномена при эволюции В звезд в течение их жизни на ГП.

Особую ценность представляют результаты анализа выполненных автором наблюдений. Результаты диссертационной работы основаны на анализе спектральных наблюдений, выполнявшихся лично диссертантом на 2.6 метровом телескопе КрАО РАН, тщательном анализе и определении параметров орбит исследуемых двойных систем. **Достоверность** полученных результатов подтверждается высоким качеством полученного наблюдательного материала и методами его анализа.

В подавляющем большинстве случаев, когда результаты А.Е.Тарасова можно сравнить с результатами других авторов (например, при оценке параметров орбиты исследуемых двойных систем), они показывают согласие. Тем самым, **обоснованность и достоверность** результатов не вызывает сомнений.

Значимость результатов диссертации обусловлена тем, что в ней содержатся результаты анализа большого наблюдательного материала, доступного для будущих исследований в области изучения Ве звезд и который может быть полезным для всех специалистов, занимающихся их анализом.

Диссертационная работа достаточно аккуратно оформлена, написана ясным языком. Она содержит незначительное количество погрешностей оформления, что не изменяют общего впечатления от работы.

Материалы диссертации могут быть использованы в широком круге исследований различных тесных двойных систем, сравнения полученных наблюдательных результатов с теоретическими во многих астрономических институтах и обсерваториях (ГАО РАН, САО РАН, ГАИШ, ИНАСАН и др.).

Выносимые на защиту результаты опубликованы в научной печати и доложены на всероссийских и международных конференциях, автореферат диссертации правильно отражает ее содержание.

Работа вносит вклад в решение сложной и актуальной задачи современной астрофизики – проблеме изучению физических и кинематических характеристик компонентов массивных двойных систем на различных стадиях эволюции системы. Диссертационная работа Тарасова Анатолия Евгеньевича удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациями, а ее автор несомненно заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-

математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

Д.ф.-м.н.

И.С.Саванов

Институт астрономии РАН

08 октября 2018г.

Игорь Спартакович Саванов
ИНАСАН, ведущий научный сотрудник
ИНАСАН 119017 Москва Пятницкая, 48
Москва 119261 Ленинский пр. 81, 231
89017786851
isavanov@inasan.ru

Подпись И.С.Саванова заверяю

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт астрономии Российской академии наук



А.М.Фатеева