

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д501.001.86,

созданного на базе Московского государственного университета имени

М.В.Ломоносова, по диссертации на соискание ученой степени

кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от **16 марта 2017 г. № 146**

О присуждении **Петрову Владиславу Сергеевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Параметры рентгеновских двойных систем с учетом взаимной близости компонентов»

по специальности «01.03.02 - астрофизика и звездная астрономия»

принята к защите 03 октября 2016 г., протокол №140, диссертационным советом Д501.001.86, созданным на базе Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1 (приказы Минобрнауки РФ о полномочиях диссертационного совета от 11.04.2012 №105-нк и 14.11.2013 №677.нк).

Соискатель **Петров Владислав Сергеевич**, 1979 года рождения, в **2002** году окончил астрономическое отделение Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, в **2005** году – очную аспирантуру Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности 01.03.02 - астрофизика и звездная астрономия. С 2005 по 2011 работал программистом в различных организациях. С 2011 года по настоящее время – инженер отдела звездной астрофизики ГАИШ МГУ.

Диссертация выполнена в Государственном астрономическом институте имени П.К.Штернберга Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель: *Черепашук Анатолий Михайлович*, гражданин РФ, доктор физ.-мат. наук, академик РАН, директор ГАИШ МГУ;

Официальные оппоненты:

Машонкина Людмила Ивановна, гражданка РФ, доктор физ.-мат. наук, зав. отделом нестационарных звезд и звездной спектроскопии ФГБУН ИНАСАН;

Лутовинов Александр Анатольевич, гражданин РФ, доктор физ.-мат. наук, заведующий лабораторией релятивистских компактных объектов и рентгеновской навигации отдела астрофизики высоких энергий ФГБУН Институт космических исследований Российской академии наук;

– дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация «Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» **в своем положительном заключении**, составленном *Бикмаевым Ильфаном Фяритовичем*, гражданином РФ, доктором физ.-мат. наук, заведующим кафедрой астрономии и космической геодезии, и *Шиманским Владиславом Владимировичем*, гражданином РФ, кандидатом физ.-мат. наук, доцентом кафедры астрономии и космической геодезии, указала, что работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – *Петров Владислав Сергеевич* – заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности «01.03.02 астрофизика и звездная астрономия». Заключение утвердил проректор по научной деятельности, доктор геолого-минералогических наук **Д.К. Нурғалиев**.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации: **6** работ, опубликованных в журналах из списка ВАК, и **6** работ в трудах конференций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. В. С. Петров, А. В. Тутуков, А. М. Черепашук *Об избытках светимостей O-B звезд в квазистационарных рентгеновских двойных системах*// **Астрономический журнал**, 2007.— Том 84, С. 165.
2. В. С. Петров, Э. А. Антохина, А. М. Черепашук *K-поправки кривых лучевых скоростей оптических компонентов рентгеновских двойных систем. Массивные системы с незначительным рентгеновским прогревом* // **Астрономический журнал**, 2013. — Том 90, С. 729.
3. В. С. Петров, А. М. Черепашук, Е. А. Антохина *Оценка устойчивости параметров распределения масс звездных черных дыр непараметрическими методами* // **Астрономический журнал**, 2014. — Том 91, С. 167
4. В. С. Петров, Э. А. Антохина, А. М. Черепашук *Учет влияния эффектов близости на профили спектральных линий звезд в маломассивных рентгеновских двойных системах* // **Астрономический журнал**, 2015. — Том 92, С. 386.
5. Э. А. Антохина, В.С. Петров, А.М. Черепашук *Оценка точности методов определения масс компонентов для маломассивных рентгеновских двойных систем* // **Астрономический журнал** , 2017. — Том 94, С.1.
6. E. P. Pavlenko, Y. G. Kuznetsova, S. Yu. Shugarov , V. S. Petrov *V404 Cyg: 10 years in quiescence* // **Astrophysics and Space Science Supplement**,2001 — Volume 276, Page 65.

Все работы написаны совместно. В работах №№ 1–5 Петров В.С. участвовал в постановке задач, им лично были проведены расчеты и получены основные результаты. В публикации № 6 для достижения общей цели работы использованы данные, полученные Петровым В.С.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

а) *Ведущей организации (Казанский федеральный университет):* В целом диссертация производит хорошее впечатление целостной и законченной работы в направлении исследования тесных двойных систем и релятивистских остатков звездной эволюции. В ней рассмотрены многие методические и теоретические

вопросы, возникающие при анализе оптического излучения таких объектов с определением их параметров. При общей положительной оценке выскажем некоторые замечания.

Диссертант приводит зависимость "масса - светимость" для вторичных компонент в маломассивных ТДС, имеющих один диапазон массы, а для полученной аппроксимации указан другой диапазон, который не мог быть исследован автором по причине отсутствия звезд данной массы. Кроме того, мы считаем не совсем корректным выполненное диссертантом сравнение светимостей вторичных компонент ТДС и обычных звезд ГП в связи с существенным различием масс этих двух групп объектов. Наконец, остается неясным процесс нахождения светимостей звезд в маломассивных ТДС, т.к. в диссертации представлены только их массы.

Массы черных дыр и оптических звезд в маломассивных ТДС определены на основе литературных данных об их скоростях вращения с учетом поправок, рассчитанных автором. Данные поправки получены для заданного диапазона эффективных температур, но используются для изучения звезд с массами, которые соответствуют более низкому температурному диапазону. Возможно данные звезды обладают избытками температуры и для них можно применять полученные зависимости, однако этот факт никак не отражен в тексте диссертации. Кроме того, диссертанту следовало изучить вопрос применимости методики моделирования профиля изолированной линии CaI 6439 Å для описания реальных спектров звезд с температурами $T_{eff} = 4500$ К, где многочисленные молекулярные полосы обуславливают сильные эффекты блендирования. Наконец, в диссертации не оговорено, применялась ли при измерении скорости вращения звезд линия CaI 6439 Å и какие изменения в полученных результатах могут быть вызваны использованием других линий.

б) *д.ф.-м.н. Машонкиной Л.И.*: Диссертационная работа В. С. Петрова посвящена актуальной проблеме определения масс компактных объектов и оптических компонентов в рентгеновских двойных системах. Знание такого фундаментального

параметра звёзд важно для уточнения современных представлений об эволюции звёзд в двойных системах, о физических процессах на поздних стадиях эволюции двойных систем, таких как перетекание вещества, образование общей оболочки, потеря вещества в виде ветра.

В диссертации обсуждаются избытки светимости ОВ звёзд в массивных рентгеновских двойных системах по сравнению с ОВ звёздами в невзаимодействующих двойных системах. Параметры звёзд взяты из литературы, и диссертант не может нести ответственность за их точность. Но критический анализ исходных данных сделать было необходимо. Утверждение о надёжности определения болометрических светимостей оптических компонентов массивных рентгеновских компонентов является слишком оптимистичным. Для части звёзд, светимость вычислена через эффективную температуру и радиус, для других с использованием фотометрии и расстояния до объекта. Оба метода связаны с большими неопределённостями, если учесть, о каких объектах идет речь. Даже наиболее сложные современные модели звёздных атмосфер с учетом звёздного ветра и отклонений от ЛТР рассчитаны в рамках простой сферически симметричной геометрии, т.е. не учитывают искажение формы звезды из-за вращения и приливного воздействия компонента в тесной двойной системе. Во втором методе источники неопределённости связаны с учётом межзвёздного поглощения и болометрической поправки. Поэтому указанные ошибки светимости представляются сильно заниженными.

В Автореферате пункт «Новизна» сформулирован иначе, чем в тексте диссертации. Могу предположить, что некорректные формулировки в тексте диссертации — это следствие невнимательности, но досадно, что они касаются такого важного пункта как «Новизна полученных результатов».

в) *д.ф.-м.н. Лутовинов А.А.*: У оппонента есть несколько вопросов к представленной диссертации. При рассмотрении массивных рентгеновских двойных систем характерная величина орбитального периода взята равной 1 день.

В то же время известно, что орбитальные периоды в таких системах, как правило, длиннее – от нескольких дней до десятков дней. Изменятся ли и если да, то как, полученные выводы, если орбитальный период будет равен 5 дн? Кстати, именно такое значение периода было в дальнейшем использовано для расчетов маломассивных систем.

Поведение К-поправки для массивных двойных систем сильно зависит от степени заполнения полости Роша, причем кардинальные отличия уже наблюдаются при ее изменении от 1.0 к 0.95 и далее. Считается, что в большинстве массивных рентгеновских двойных систем оптическая звезда недозаполняет полость Роша. Каким образом изменится относительная недооценка массы релятивистского компаньона, если степень заполнения полости Роша будет 0.85-0.9? Как это повлияет на выводы?

Новые значения масс нейтронных звезд весьма сильно отличаются от определенных другими, разными методами (см., например, Мэсон и др. 2011; Фаланга и др. 2015). Было бы желательно более подробно остановиться на причинах таких различий, а также привести ошибки на полученные величины К-поправок и соответствующих масс.

Возможно ли оценить вероятность рождения и последующей эволюции такой тройной системы?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией и большим опытом работы в области изучения эволюции и химического состава звезд, гелиофизики, физики плазмы и астрофизики.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **Реализован** метод использования таблиц К-поправок к полуамплитудам кривых лучевых скоростей в массивных рентгеновских двойных системах.
 - **Реализована** методика коррекции значений q , полученных в модели звезды, как равнообъемной сферы и модели звезды как диска с постоянным локальным профилем и линейным законом потемнения к краю.
 - **Детально изучено** общее распределение масс оптических компонентов и черных дыр в маломассивных рентгеновских новых с черными дырами с учетом эффектов взаимной близости компонентов, исправленных от погрешностей, возникающих при аппроксимации оптической звезды.
 - **Получены** аппроксимирующие формулы, позволяющие учитывать эффекты взаимной близости при определении отношения масс q по величине вращательного уширения линий поглощения без прямого расчета искаженного эффектами взаимной близости профиля линии
 - **Показана** устойчивость текущего наблюдаемого распределения плотности вероятности масс компактных объектов и "провала масс" относительно единичного засорения данных..
 - Результаты, полученные в данной работе, показывают, что учет приливно-вращательной деформации фигуры звезды значительно увеличивает оценку отношения масс компонентов и уменьшает оценку массы оптического компонента. Масса черной дыры при этом изменяется незначительно. Полученное итоговое распределение масс оптических компонентов достигает максимума вблизи значения 0.35 массы Солнца, что не согласуется с результатами популяционного синтеза в стандартной модели галактических рентгеновских транзиентов с черными дырами.
- Проанализированы** различные модели происхождения и эволюции маломассивных рентгеновских двойных систем и высказаны идеи,

позволяющие согласовать теорию с новыми результатами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что оно поднимает вопросы, связанные с проблемами моделей происхождения и эволюции маломассивных двойных систем. Важно отметить, что в работе уже высказаны некоторые идеи, позволяющие согласовать теорию с новыми результатами.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в том, что предложенный диссертантом метод позволяет по уже имеющимся определениям масс и отношения масс в рентгеновских двойных системах корректировать их, учитывая приливно-вращательную деформацию фигуры звезды. Данный метод был использован диссертантом для распределения масс компактных объектов и оптических компонентов.

Достоверность результатов также подтверждается шестью публикациями результатов работы в рецензируемых изданиях и докладами на двенадцати всероссийских и международных конференциях.

Личный вклад автора состоит в расчетах К-поправок для полуамплитуд кривых лучевых скоростей тремя методами. На основании таблиц К-поправок сделаны оценки масс компактных объектов для 5 затменных рентгеновских пульсаров. Автором были произведены расчеты профилей линии Ca I 6439 \AA в маломассивных рентгеновских двойных системах и рассчитаны поправки при определении отношения масс q в случае рентгеновского прогрева и модели звезды как диска с постоянным локальным профилем и линейным законом потемнения к краю.

В целом, работа В. С. Петрова представляет собой законченное исследование с разработкой нового метода и применением его для решения задач по определению и уточнению масс в рентгеновских двойных системах.

На заседании **16 марта 2017 г.** Диссертационный совет принял решение присудить Петрову В. С. ученую степень *кандидата физ.-мат. наук.*

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **21** человек, из них **14** докторов наук по специальности **01.03.02**, участвовавших в заседании, из **24** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - **20**, против - **0**, недействительных бюллетеней - **1**.

Заместитель председателя

Диссертационного совета

В.Е.Жаров

Ученый секретарь

Диссертационного совета

С.О.Алексеев

« 16 » марта 2017 года