

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.032.01 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТА АСТРОНОМИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____

Решение диссертационного совета от 16 апреля 2024 г. № 21 о присуждении
Соболеву Андрею Владимировичу, Российская Федерация,
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Структура магнитогидродинамических течений в полярах» по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия принята к защите 14 февраля 2024г., протокол №19, диссертационным советом 24.1.032.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института астрономии Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования, 119017 Москва, ул. Пятницкая, д.48, состав совета утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1731/нк от 13 декабря 2022г., частичные изменения состава внесены приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 846/нк от 20.04.2023.

Соискатель Соболев Андрей Владимирович, 1975 года рождения, в 2009 году окончил ГОУ ВПО «Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова», г. Москва, по специальности «Прикладная информатика»; с 01.10.2017 по 31.09.2022 обучался в аспирантуре ФГБУН Института астрономии РАН (ИНАСАН), г. Москва, по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (по специальности 01.03.02 Астрофизика и звёздная астрономия). В настоящее время работает в ИНАСАН младшим научным сотрудником.

Кандидатский экзамен по специальности сдан в 2020 году по научной специальности 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия. Согласно Рекомендации Президиума ВАК Минобрнауки России от 10.12.2021 N 32/1-НС «О сопряжении научных специальностей номенклатуры, утвержденной Приказом Минобрнауки России от 24 февраля 2021 г. № 118, научных специальностей номенклатуры, утвержденной Приказом Минобрнауки России от 23 октября 2017 г. № 1027» кандидатские экзамены, сданные по научной специальности 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия считаются действительными кандидатским экзаменам по научной специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Диссертация выполнена в группе программного обеспечения и вычислительной техники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института астрономии Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Жилкин Андрей Георгиевич, ведущий научный сотрудник отдела физики и эволюции звезд ИНАСАН. **Научный консультант** – доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН Бисикало Дмитрий Валерьевич, заместитель научного руководителя АНО «Дирекция Национального центра физики и математики». Диссертация Соболева А. В. носит комплексный характер, по этой причине назначены как научный руководитель, который руководил проведением расчетов, так и научный консультант, под руководством которого была выполнена интерпретация наблюдательных данных.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается темой исследования и компетентностью в вопросах, рассматриваемых в диссертации. Компетентность подтверждается публикациями по схожей тематике оппонентов и сотрудников ведущей организации.

Официальные оппоненты:

д.ф.-м.н. **Моисеенко Сергей Григорьевич**, руководитель отдела наблюдательной и теоретической астрономии и радиоинтерферометрии ФГБУН Института космических исследований РАН;

к.ф.-м.н., доцент **Хайбрахманов Сергей Александрович**, старший научный сотрудник кафедры гидроаэромеханики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской академии наук (ГАО РАН), г. Санкт-Петербург, – **в своём положительном отзыве**, составленном старшим научным сотрудником ГАО РАН к.ф.-м.н. **Бескровной Ниной Георгиевной**, обсуждённом на заседании объединённого астрономического семинара ГАО РАН и утверждённом Директором ГАО РАН д.ф.-м.н. **Ихсановым Назаром Робертовичем**, указала, что диссертация **Соболева Андрея Владимировича** является законченной работой. Актуальность темы и достоверность полученных результатов не вызывают сомнений. Результаты, полученные в диссертационной работе, вносят заметный вклад в понимание физических процессов, связанных с аккрецией и обменом веществом в тесных двойных системах, содержащих в своём составе белые карлики с сильным магнитным полем. Диссертация удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, **Соболев Андрей Владимирович**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Соискатель имеет 8 печатных научных работ и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ: **Соболев А. В. POLINA**, номер RU 2022660924, 10.06.2022, заявка № 2022660260 от 07.06.2022. По теме диссертации опубликованы 8 работ в рецензируемых научных

изданиях, 6 из которых – в изданиях, рекомендованных ВАК и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (WoS и Scopus). Основные результаты диссертации, выносимые на защиту, в этих работах изложены полностью. Случаев заимствования материала без ссылки на автора не выявлено.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Сытов А.Ю., Соболев А.В. Применение методов синтетической доплеровской томографии к исследованию затменного поляр V808 Aur // **Астрономический журнал**. 2022. Т. 99. №11. С. 1 - 19.

2. Bisikalo D.V., Sobolev A.V., Zhilkin A.G. MHD modeling of mass transfer processes in close binary stars // **Galaxies**. 2022. V. 10. P. 110.

3. Bisikalo D.V., Sobolev A.V., Zhilkin A.G. Hot spot drift in synchronous and asynchronous polars: results of three-dimensional numerical simulation //

Соболев А.В., Жилкин А.Г., Бисикало Д.В., Бакли Д.А.Х. Трёхмерное численное моделирование структуры течения в асинхронном поляре CD Ind в приближении смещённого дипольного магнитного поля белого карлика // **Астрономический журнал**. 2020. Т.97, №6. С. 443-475.

5. Жилкин А.Г., Соболев А.В., Бисикало Д.В., Габдеев М.М. Структура течения в затменном поляре V808 Aur. Результаты трёхмерного численного моделирования // **Астрономический журнал**. 2019. Т. 96, №9. С. 748-775.

На диссертацию и автореферат дополнительных отзывов не поступило.

Диссертационная работа посвящена исследованию динамики структуры течения в полярах – тесных двойных системах, в которых перетекание вещества с донора на аккректор характеризуется формированием не аккреционного диска, а коллимированной струи газа, что приводит к образованию горячих пятен на поверхности звезды-аккректора. В качестве

объектов исследования в работе были выбраны две тесные двойные системы – синхронный поляр V808 Aur и асинхронный поляр CD Ind.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Показано, что состояние активности синхронного поляра определяется темпом массообмена. Вариации данного параметра приводят к заметному дрейфу горячих пятен на поверхности аккретора – до 30° по широте, что проявляется в смещении максимумов на наблюдаемых кривых блеска.

– В асинхронном поляре обнаружены два быстро протекающих процесса переключения струи между магнитными полюсами белого карлика. При этом смещение горячих пятен составляет до 20° по долготе и 15° по широте. Анализ движения горячих пятен показал, что данный процесс определяется асинхронным вращением аккретора при постоянной величине темпа массообмена.

– Обнаружено формирование арки вещества в момент двухполюсной аккреции с уменьшением её внутреннего радиуса в середине процесса. Это приводит к максимальному сближению горячих пятен на поверхности звезды и их отклонению от магнитных полюсов. Кроме того, процесс переключения сопровождается кратковременным накоплением вещества в струе и его дальнейшим выпадением на аккретор, что отражается в увеличении темпа аккреции на соответствующее горячее пятно и росте светимости двойной системы.

Теоретическая значимость исследования состоит в развитии теории эволюции тесных двойных систем с сильным магнитным полем, в объяснении особенностей физических процессов аккреции вещества на компактный объект, а также в предоставлении теоретических данных для интерпретации наблюдательных проявлений в полярах.

Практическое значение заключается в разработке новой методики определения смещения магнитного диполя аккректора, основанной на анализе кривых блеска поляр и сравнении отношения светимостей горячих пятен на поверхности аккректора. Данная методика представляет интерес для новых наблюдательных и теоретических исследований поляр. Автором разработан алгоритм построения карт температур поверхности аккректора и кривых блеска тесной двойной системы и определения параметров зон аккреции (температура, темп аккреции, выделение энергии, светимость). Полученные соискателем результаты можно применять для интерпретации наблюдений поляр и оценок их характеристик.

Достоверность результатов подтверждается использованием хорошо разработанных и апробированных аналитических и численных методов решения уравнений газодинамики и переноса излучения и сравнением полученных результатов с результатами других авторов.

Личный вклад соискателя: Соискатель в равной степени участвовал в постановке задач. Им выполнены численные расчёты, по результатам которых получены трехмерные картины структуры течения, построены карты распределения температуры по поверхности аккректора. Разработанное соискателем программное обеспечение позволило на основе данных численного расчёта синтезировать кривые блеска двойных систем, а также сделать оценку темпа аккреции для обоих магнитных полюсов белого карлика. Эти синтетические данные представляют собой материал для сравнения модельных и наблюдательных характеристик исследуемого объекта. Также соискатель активно участвовал в написании статей, в которых изложены результаты проведённого исследования.

В ходе защиты диссертации были **высказаны критические замечания, на которые соискатель дал ответы:**

Замечание: На стр. 52 утверждается, что «Для поляр единственным существенным источником диффузии магнитного поля является волновая МГД турбулентность». Данный вывод следовало подкрепить численными

оценками в сравнении с другими диффузионными эффектами или, по крайней мере, ссылками на работы, где эти оценки проделаны.

Ответ: В полярах и промежуточных полярах полный коэффициент диффузии магнитного поля определяется тремя компонентами: коэффициентами диффузии, обусловленными пересоединением и диссипацией токов в турбулентных вихрях, плавучестью тороидальных трубок магнитного поля, генерируемых в аккреционном диске в результате дифференциального вращения, и волновой МГД турбулентностью. Первые два компонента имеют значимость только для промежуточных поляров, так как относятся к аккреционному диску. В полярах, где формируется струя вместо диска, диффузия магнитного поля в основном определяется только МГД турбулентностью.

Замечание: Особый интерес представляет результат, связанный с накоплением газа в магнитосфере в момент переключения процесса аккреции между полюсами белого карлика в асинхронном поляре. Это, однако, предполагает появление дополнительного источника излучения в области торможения падающего потока, излучение которого может также воздействовать на внешние части аккреционной струи. Вместе с тем, в диссертации не указано, каким образом в модели учитывается воздействие этого дополнительного источника на параметры излучения внешних частей аккреционной струи.

Ответ: Внешние слои аккреционной струи являются оптически тонкой средой, основной их прогрев происходит за счёт рентгеновского излучения горячих пятен до равновесной температуры. Температура формируемого в результате накопления вещества источника излучения будет незначительно отличаться от температуры струи, поэтому его влиянием на параметры излучения струи можно пренебречь. Для полного учёта всех источников излучения на характеристики течения необходимо решать задачу радиационной гидродинамики.

**На заседании 16 апреля 2024 г. диссертационный совет постановил:
за решение научной задачи, имеющей значение для развития
естественных наук, присудить Соболеву А. В. учёную степень кандидата
физико-математических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в
количестве 18 человек, из них 17 докторов наук по специальности 1.3.1.
Физика космоса, астрономия, участвовавших в заседании, из 23 человек,
входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0,
ействительных бюллетеней – 2.

Ио председателя
диссертационного совета
24.1.032.01, д.ф.-м.н.

Шематович Валерий
Иванович

Ученый секретарь
диссертационного совета
24.1.032.01, к.ф.-м.н.

Чупина Наталия
Викторовна



16.04.2024 г.