

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной деятельности
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет», профессор
Д.К. Нурғалиев

« 3 » июля 2017 г.



ВЫПИСКА

из протокола № 10 заседания кафедры астрономии и космической геодезии
Института физики ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
от «30» июня 2017 г.

На заседании присутствовали: зав. каф. д.ф.-м.н. Бикмаев И.Ф., проф. д.ф.-м.н. Сахибуллин Н.А., проф. д.ф.-м.н. Кашеев Р.А., вед.н.с., д.ф.-м.н. Сулейманов В.Ф., доц. к.ф.-м.н. Жуков Г.В., доц. к.ф.-м.н. Шпекин М.И., доц. к.ф.-м.н. Жучков Р.Я., доц. к.ф.-м.н. Шиманская Н.Н., доц. к.ф.-м.н. Галеев А.И., доц. к.ф.-м.н. Шиманский В.В., доц. к.ф.-м.н. Соколова М.Г., доц. к.т.н. Безменов В.М., доц. к.ф.-м.н. Загретдинов Р.В., асс., к.ф.-м.н. Усанин В.С., асс., к.ф.-м.н. Колбин А.И., асс. Сапронов А.Е., м.н.с. Новлянская И.О., асп. Семенов А., инж.-пр. НИЛ АЗА Закиров У.Н., асп. Деминова Н.Р., инж. Склянов А.С., инж.-пр. НИЛ АЗА Николаева Е.А., инж.-пр. НИЛ АЗА Аглиуллина М.И., асп. Глушков М.В., ст. лаб. Тутышкина З.К.

Слушали: Сообщение младшего научного сотрудника кафедры астрономии и космической геодезии КФУ Митрофановой А.А. о диссертационной работе на тему "Исследование тесных двойных систем разных типов на основе моделирования их оптического излучения", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 - "Астрофизика и звездная астрономия". Научный руководитель - доц., к.ф.-м.н. Шиманский В.В.

Тема диссертации утверждена Ученым советом Института Физики Казанского (Приволжского) федерального университета 25 марта 2016 г.

Диссертационная работа посвящена разработке методик моделирования излучения тесных двойных систем разных классов с учетом различных механизмов излучения их компонент. Моделирование излучения молодых предкатаклизмических переменных с ограниченным наблюдательным рядом проводилось с применением эволюционных треков ядер планетарных туманностей разных масс. Для определения параметров карликовой Новой использовалось численное моделирование оптических спектров фазы промежуточной релаксации и спокойного состояния объекта. В работе исследованы три предкатаклизмические переменные и одна карликовая Новая, на основе моделирования кривых блеска и спектров систем определены наборы их фундаментальных параметров и уточнено эволюционное и физическое состояние.

По докладу были заданы следующие вопросы:

Соколова М.Г.: В докладе вы сказали, что был введен новый класс предкатаклизмических переменных промежуточного возраста. Насколько это было обоснованным и как было воспринято научным сообществом?

Склянов А.С.: Вы сказали, что у карликовых Новых типа WZ Sge во время вспышки блеск увеличивается на 9^m . Всегда ли именно та такое значение?

Склянов А.С.: В докладе вы говорите об эффектах отражения. Что может о них свидетельствовать на картинке, представленной на втором слайде?

Бикмаев И.Ф.: При моделировании атмосферы главной компоненты системы PN G068.1+11.0 вы пользовались моделями Куруца?

Бикмаев И.Ф.: Не завышены ли оценки $\log g$ вторичной компоненты системы PN G068.1+11.0.

Соколова М.Г.: На протяжении доклада вы говорите про "новые" методики. Действительно ли они являются новыми или представляют собой модификацию уже имеющихся методик?

На заданные вопросы соискателем даны развернутые, исчерпывающие ответы.

В обсуждении диссертации приняли участие: проф. Сахибуллин Н.А., зав. каф. Бикмаев И.Ф., доц. Шиманский В.В.

Рецензент диссертации проф. Сахибуллин Н.А. Рецензент диссертации Сахибуллин Н.А. отметил, что работа свидетельствует о дальнейшем прогрессе казанской школы в области изучения тесных двойных систем, реализующей развитый ранее оригинальный подход к анализу излучения ТДС. Исследования двух молодых предкатаклизмических переменных отличаются от опубликованных работ других авторов методом анализа наблюдательных данных. Это позволило сделать важное заключение о том, что главные компоненты этих систем являются ядрами планетарных туманностей. Достоинством диссертации также является то, что все результаты были опубликованы в рецензируемых российских (4) и зарубежных (2) изданиях и доложены на 8-ми научных конференциях. В Главе 1 приводится подробный обзор современного состояния исследований избранных классов объектов, несколько перенасыщенный деталями. Дополнительно для каждой системы приведен подробный обзор ранее проведенных исследований. В работе приводится полная информация о наблюдениях и особенности обработки наблюдательных данных. Для определения параметров карликовой Новой в диссертации предложена перспективная методика, которая может быть в дальнейшем использована для анализа подобных систем. В работе использован большой набор методов (оригинальных и уже имеющихся), что свидетельствует об эрудиции диссертанта.

Постановили: Рекомендовать диссертацию Митрофановой А.А. на тему "Исследование тесных двойных систем разных типов на основе моделирования их оптического излучения" к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук и утвердить следующее заключение.

I. **Целью** работы является уточнение эволюционного статуса, определение фундаментальных параметров, механизмов взаимодействия и физического состояния компонент тесных двойных систем на основе численного моделирования их оптического излучения.

II. **Актуальность** проблемы определяется быстрым развитием методов численного моделирования излучения систем с взаимодействующими компонентами, в том числе вырожденными, а также улучшением точности и качества наблюдательных данных за последние несколько десятилетий. Большая часть предкатаклизмических и

катаклизмических переменных в настоящее время малоизучена, в то время как оценки параметров изученных объектов имеют низкую точность и несогласованность в работах различных авторов. Методики численного моделирования с качественным и количественным описанием дополнительных механизмов излучающего вещества таких систем включают в себя расчеты кривых блеска и спектров на основе моделей атмосфер и доплеровское картирование. Современные методики численного анализа позволяют выявлять тонкие механизмы взаимодействия компонент (квазипериодические осцилляции блеска, струи в аккреционных дисках, общие газовые оболочки, эффекты отражения, несферичность компонент и локальная неоднородность их поверхности). Данные методики к настоящему времени достигли точности, обеспечивающей количественный анализ всех типов наблюдательных данных с определением фундаментальных характеристик систем и протекающих в них процессов и механизмов излучения.

III. Положения, выносимые на защиту.

1. Результаты обработки и первичного анализа фотометрических и спектроскопических наблюдений предкатаклизмических переменных PN G068.1+11.0, TW Crv и RE J2013+4002. Классификация предкатаклизмических переменных PN G068.1+11.0 и RE J2013+4002 с построением их эфемериды.

2. Методика анализа молодых предкатаклизмических переменных с ограниченным наблюдательным рядом на основе моделирования их излучения с применением эволюционных треков ядер планетарных туманностей. Фундаментальные параметры PN G068.1+11.0 и TW Crv. Зависимость "возраст"- "избыток светимости", расширенная на 12 молодых предкатаклизмических переменных. Вывод о наличии избытков светимости вторичных компонент PN G068.1+11.0 и TW Crv, характерных для систем этого типа.

3. Фундаментальные параметры предкатаклизмической переменной RE J2013+4002. Выводы об отсутствии избытка светимости вторичной компоненты, отсутствии у нее проявлений сильного магнитного поля и ее принадлежности к группе предкатаклизмических переменных промежуточного возраста..

4. Результаты обработки и первичного анализа фотометрических и спектроскопических наблюдений GSC 02197-00886. Доплеровские карты, модель формирования излучения GSC 02197-00886. Вывод о доминировании белого карлика в оптическом излучении системы в низком состоянии. Фундаментальные параметры GSC 02197-00886.

IV. Научная новизна результатов заключается в следующем:

1) Разработана методика анализа ограниченного набора наблюдательных данных молодых предкатаклизмических переменных с совместным применением моделирования их оптического излучения и эволюционных треков ядер планетарных туманностей.

2) Впервые для 3 предкатаклизмических переменных промоделированы наблюдаемые кривые блеска и оптические спектры с учетом эффектов отражения, несферичности компонент и отклонений от ЛТР.

3) Впервые получен полный набор параметров молодой предкатаклизмической переменной PN G068.1+11.0.

4) Зависимость "возраст-избыток светимости" для вторичных компонент предкатаклизмических переменных расширена на максимальное число полностью исследованных систем.

5) Предложен метод определения параметров карликовых Новых на основе моделирования их оптических спектров в фазах релаксации и спокойном состоянии.

6) Впервые проведено доплеровское картирование спектров GSC 02197-00886 в фазах промежуточной релаксации и спокойного состояния системы и получен набор ее фундаментальных параметров.

V. Научную значимость имеют:

1) Наборы фундаментальных параметров (эффективные температуры, радиусы и массы компонент, углы наклона орбиты и большие полуоси систем) трех предкатаклизмических переменных (PN G068.1+11.0, TW Crv и RE J2013+4002) и карликовой Новой типа WZ Sge (GSC 02197-00886);

2) Вывод о наличии избытков светимости вторичных компонент PN G068.1+11.0 и TW Crv;

3) Вывод о соответствии характеристик вторичных компонент предкатаклизмических переменных промежуточного возраста и звезд ГП аналогичной массы;

4) Вывод о наличии оптически толстого аккреционного диска в карликовых Новых типа WZ Sge во время вспышки и оптически тонкого аккреционного диска в низком состоянии систем.

VI. Методическую и практическую ценность имеют

1) Методика определения фундаментальных параметров молодых предкатаклизмических переменных на основе моделирования их оптического излучения с использованием эволюционных треков ядер планетарных туманностей;

2) Метод определения параметров карликовых Новых типа WZ Sge на основе моделирования спектров систем в низком состоянии;

3) Кривые блеска, наборы спектров и лучевых скоростей 3 предкатаклизмических переменных и карликовой Новой типа WZ Sge;

4) Эфемериды RE J2013+4002 и PN G068.1+11.0;

5) Доплеровские карты карликовой Новой GSC 02197-00886 в фазах промежуточного блеска и спокойного состояния системы.

Полученные в работе результаты могут найти применение в астрономических учреждениях, где исследуются тесные двойные системы и их компоненты (САО РАН, КрАО, ГАО РАН, ГАИШ МГУ, ИНАСАН и др.), а также в образовательных учреждениях, в которых обучаются студенты по направлению "Астрономия" (СПБУ, УрФУ, МГУ и др.).

VII. Высокая степень достоверности полученных результатов подтверждается:

1) Сопоставлением теоретических и наблюдаемых кривых блеска (TW Crv, PN G068.1+11.0, RE J2013+4002) и спектров всех систем.

2) Соответствием определенных наборов параметров объектов средним значениям для уже изученных систем.

3) Использование методик моделирования излучения тесных двойных систем, ранее неоднократно протестированных при исследовании аналогичных астрофизических систем.

VIII. Основное содержание диссертации изложено в следующих публикациях:

1) Шиманский, В.В. Предкатаклизмические переменные промежуточного возраста SDSS J172406+562003 и RE J2013+4002 / В.В. Шиманский, Н.В. Борисов, Д.Н.

Нуртдинова, А.А. Митрофанова, В.В. Власюк, О.И. Спиридонова // *Астрономический Журнал*. - 2012. - Т. 89 - № 6. - С. 492-507.

2) Митрофанова, А.А. Анализ эволюции катаклизмической переменной GSC 02197-00886 / А.А. Митрофанова, Н.В. Борисов, В.В. Шиманский // *Астрофизический Бюллетень*. - 2014. - Т. 69 - № 1- С. 88-105.

3) Митрофанова, А.А. PN G068.1+11.0 – молодая предкатаклизмическая переменная с экстремально горячей главной компонентой / А.А. Митрофанова, Н.В. Борисов, В.В. Шиманский, О.И. Спиридонова, М.М. Габдеев // *Астрономический Журнал*. - 2016. - Т. 93 - № 2. - С. 210-223.

4) Шиманский, В.В. О формировании оптического излучения TW Crv / В.В. Шиманский, А.А. Митрофанова, Н.В. Борисов, С.Н. Фабрика, А.И. Галеев // *Астрофизический Бюллетень*. - 2016. - Т. 71. - № 4. - с. 497-509.

5) Mitrofanova, A.A. The study of pre-cataclysmic binaries through the theoretic modeling of light curves and spectra / A.A. Mitrofanova, V.V. Shimansky, N.V. Borisov // *ASP Conference Series*. – 2017. - V. 510. - P. 426-430.

6) Shimansky, V.V. Analysis of observations of the Dwarf Novae Pegasi 2010 / V.V. Shimansky, A.A. Mitrofanova, N.V. Borisov, M.M. Gabdeev // *Bulletin of the Crimean Astrophysical Observatory*. - 2013. - V. 109. - P. 16-22.

7) Шиманский В.В. Две новых ТДС на поздних стадиях эволюции / В.В. Шиманский, Н.В. Борисов, И.Ф. Бикмаев, А.А. Митрофанова, Д.Г. Якин, М.М. Габдеев // *Международная научная конференция «Астрономия в эпоху информационного взрыва: результаты и проблемы» г. Москва, 28 мая – 1 июня 2012 г.* - С. 42.

8) Митрофанова, А.А. Параметры и эволюция звезд с компактными компонентами / А.А. Митрофанова, В.В. Шиманский, Н.В. Борисов, Габдеев М.М., Якин Д.Г. // *Тезисы международной конференции "Astronomy and beyond: astrophysics, cosmology and gravitation, cosmomicrophysics, radio-astronomy and astrobiology"*. - 19-25 августа 2013. - С. 45.

9) Митрофанова, А.А. Физика предкатаклизмических переменных с sdO- и sdB-субкарликами / А.А. Митрофанова, В.В. Шиманский, Н.В. Борисов, Деминова Н.Р., Нуртдинова Д.Н., Спиридонова О.И. // *Тезисы международной конференции "Звездные атмосферы: фундаментальные параметры звезд, химический состав и магнитные поля"*. - 23-27 июня 2014. - С. 24.

10) Митрофанова, А.А. Исследование двух предкатаклизмических переменных / А.А. Митрофанова, В.В. Шиманский, Н.В. Борисов // *Тезисы международной конференции "Астрономия от ближнего космоса до космологических далей"*. - 25-30 мая 2015. - С.65.

11) Шиманский, В.В. Двойные системы с жестким УФ-излучением / В.В. Шиманский // *Тезисы всероссийской конференции "Астрофизика высоких энергий сегодня и завтра (НЕА-2015)"*. - 21-24 декабря 2015. - С. 27.

12) Митрофанова, А.А. Исследование предкатаклизмических переменных с помощью теоретического моделирования кривых блеска и спектров/ А.А. Митрофанова, В.В. Шиманский, Н.В. Борисов // *Тезисы международной конференции "Физика звезд: от коллапса до коллапса"*. - 3-7 октября 2016. - С. 46.

13) Митрофанова, А.А. Исследование тесных двойных систем разных типов на основе моделирования их оптического излучения / А.А. Митрофанова, В.В. Шиманский, Н.В. Борисов // *Тезисы всероссийской конференции "Астрофизика высоких энергий сегодня и завтра (НЕА-2016)"*. - 20-23 декабря 2016. - С. 44-45.

Результаты диссертации, выносимые на защиту, полностью опубликованы в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК.

В совместных работах 1-5, 8-10, 12-13 вклад автора состоит в:

- 1) участии в постановке задачи (для объектов PN G068.1+11.0 и TW Crv) и анализе результатов;
- 2) участии в разработке и реализации метода анализа всех систем;
- 3) обработке большей части наблюдательных данных, моделировании излучения исследуемых объектов, определении фундаментальных параметров, обсуждении результатов;
- 4) написании частей текста каждой статьи.

Диссертация выполнена на кафедре астрономии и космической геодезии Института физики Казанского (Приволжского) федерального университета. В 2012-2016 гг. Митрофанова А.А. проходила обучение в очной аспирантуре КФУ. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2017 г. ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

IX. Оценивая диссертацию в целом, кафедра считает, что в ней рассмотрены проблемы и разработаны методы их решения, имеющие важное значение для дальнейшего развития физики тесных двойных систем и источников жесткого излучения. Представленная Митрофановой А.А. диссертация "Исследование тесных двойных систем разных типов на основе моделирования их оптического излучения" соответствует специальности 01.03.02 - "Астрофизика и звездная астрономия", полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на звание кандидата физико-математических наук и рекомендуется к защите по специальности 01.03.02 - "Астрофизика и звездная астрономия".

Зав. кафедрой астрономии
и космической геодезии
д.ф.-м.н.

Бикмаев И.Ф.

Секретарь

Тутышкина З. К.