Расшифрованная магнитофонная запись

СПЕЦИАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ РАН

ЗАСЕДАНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.203.01
12 октября 2006 г.

Повестка дня:

Защита диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Барсуковой Елены Александровны на тему: “Исследование рентгеновских транзиентных источников и пекулярных новых звезд”. Специальность 01.03.02- “астрофизика, радиоастрономия”.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук
Горанский Виталий Петрович (ГАИШ МГУ)

Научный консультант:

доктор физико-математических наук,
профессор
Фабрика Сергей Николаевич (САО РАН)

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
Самусь Николай Николаевич (ИНАСАН),

кандидат физико-математических наук
Шиманский Владислав Владимирович
(Казанский государственный университет)

Ведущая организация:
Главная астрономическая обсерватория РАН

Магнитофонная пленка хранится по месту защиты.

СТЕНОГРАММА

заседания диссертационного совета Д002.203.01
протокол N 37 от 12 октября 2006 г.

Председатель: доктор физико-математических наук
КЛОЧКОВА Валентина Георгиевна

Ученый секретарь: кандидат физико-математических наук
МАЙОРОВА Елена Константиновна

Состав совета – 18 человек, присутствуют 15.

Д.ф.-м.н., акад. Парийский Ю.Н.	01.03.02
Д.ф.-м.н. Клочкова В.Г.	01.03.02
К.ф.-м.н. Майорова Е.К.	01.03.02
Д.ф.-м.н., проф. Афанасьев В.Л.	01.03.02
Д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Балега Ю.Ю.	01.03.02
Д.ф.-м.н. Богод В.М.	01.03.02
Д.ф.-м.н. Войханская Н.Ф.	01.03.02
Д.ф.-м.н., проф. Гаген-Торн В.А.	01.03.02
Д.ф.-м.н., проф. Гельфрейх Г.Б.	01.03.02
Д.ф.-м.н. Глаголевский Ю.В.	01.03.02
Д.ф.-м.н., проф. Засов А.В.	01.03.02
Д.ф.-м.н., проф. Панчук В.Е.	01.03.02
Д.ф.-м.н. Романюк И.И.	01.03.02
Д.ф.-м.н. Трушкин С.А.	01.03.02
Д.ф.-м.н., проф. Фабрика С.Н.	01.03.02

Председатель. Мы рассматриваем работу, представленную Еленой Александровной Барсуковой. Кворум есть, и мы можем начинать работу. Тема диссертации "Исследование рентгеновских транзиентных источников и пекулярных новых звезд". Работа была выполнена в САО РАН, научный руководитель - кандидат физ.-мат. наук Виталий Петрович Горанский, научный консультант - доктор физ.-мат. наук Сергей Николаевич Фабрика, официальные оппоненты - Николай Николаевич Самусь и Владислав Владимирович Шиманский, ведущая организация - ГАО РАН. Прошу секретаря огласить положение с документами.

Ученый секретарь. (Оглашает материалы личного дела соискателя). В деле имеются все необходимые для защиты документы, оформленные в строгом соответствии с требованиями ВАК, претензий к документам нет. Если есть вопросы - пожалуйста.

Председатель. Есть вопросы к секретарю совета по поводу документов? Вопросов нет. Мы можем переходить собственно к докладу. Прошу Вас, Елена Александровна.

Барсукова Е.А. Название диссертации – «Исследование рентгеновских транзиентных источников и пекулярных новых звезд».

Цель диссертации – исследование объектов астрофизики, испытавших вспышки с

большим энерговыделением в оптической области спектра. В пике вспышек светимость всех этих объектов превышала критическую эддингтоновскую светимость.
CI Cam и V4641 Sgr – рентгеновские транзиентные источники, показавшие колоссальные по энерговыделению вспышки в оптической области. Они – единственные рентгеновские транзиентные источники, имеющие такое свойство. Им посвящены главы 1 и 2.
V838 Mon и V4332 Sgr – пекулярные красные новые – представители неизвестного ранее класса астрофизических объектов. Сейчас известно всего 3 таких объекта. Задача – выяснить природу этих объектов. Им посвящены главы 3 и 4.
Наблюдения проводились на телескопах БТА (SP-124, UAGS, SCORPIO, LYNX, PFES, NES, MPFS) и 1-м ЦЕЙССе САО (UAGS, ПЗС-фотометр), а также на 60-см ЦЕЙССе и 50-см телескопе АЗТ-5 Крымской лаборатории ГАИШ (ПЗС-фотометр).

Тематика диссертации связана с фундаментальной задачей астрофизики – эволюцией звезд в двойных системах и следующими актуальными проблемами:
1) Критические стадии эволюции звезд в двойных системах.
2) Аккреция вещества в ТДС на компактные и релятивистские объекты (белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры), проверка моделей аккреции газа на релятивистские объекты.
3) Свойства черных дыр в разделенных системах, наблюдательные проявления аккреции с малым темпом на черные дыры (V4641 Sgr).
4) Предсказание вспышек рентгеновских источников.
5) Природа звезд с B[e]-феноменом (CI Cam).
6) Исследование нового класса астрофизических объектов пекулярных красных новых звезд, который не был предсказан теорией звездной эволюции (V838 Mon, V4332 Sgr).
7) Исследование экстремально холодных звезд (коричневых карликов и коричневых сверхгигантов).

В первой главе диссертации приведены исследования рентгеновского транзиентного источника CI Cam в паре с B[e]-звездой. Звезды с B[e]-феноменом – это звезды с высокой светимостью, находящиеся в верхней части диаграммы Герцшпрунга-Рессела и пересекающиеся на ней со звездами LBV. Они имеют следующие спектральные характеристики:
- эмиссионные линии нейтральных водорода и гелия на голубом континууме,
- эмиссии низкоионизованных металлов FeII и др.,
- запрещенные линии тоже элементов низкой ионизации [FeII], [OI], [NII] и т.д.,
- большие инфракрасные избытки – излучение горячей околозвездной пыли.
Все эти свойства есть у CI Cam.

Мощная вспышка CI Cam в рентгеновском, оптическом и радиодиапазоне произошла 1 апреля 1998 года. Вспыхнувший компонент был ярче звезды B[e] более, чем в 25 раз. Спектроскопия на БТА началась на 4-й день после вспышки, и в последующие 7 лет мы продолжили исследование этого объекта. Детально был исследован и описан спектр CI Cam во вспышке, эволюция спектра при переходе в спокойное состояние и спектр в спокойном состоянии. Во вспышке в спектре CI Cam наблюдалось увеличение эквивалентных ширин и потоков эмиссионных линий. Наиболее сильное изменение потока, в 300 раз, наблюдалось в эмиссии HeII 4686 A. Во вспышке мы обнаружили широкие эмиссионные крылья в сильных линиях водорода и гелия. Их мы интерпретировали как доплеровское движение газа, выброшенного во время вспышки. Измерена скорость выброса вещества и изучена эволюция этого выброса на основе изменения профилей линий. Позднее наш результат был независимо подтвержден радионаблюдениями. В них был обнаружен остаток вспышки и подтверждена скорость

выброса.

Мы получили зависимость между амплитудой усиления потоков в линиях и полным потенциалом ионизации и возбуждения в линии. Эта зависимость свидетельствует о появлении дополнительного источника иониации при вспышке и о стратификации оболочки. Мы обнаружили необычное поведение запрещенной линии [N II] 5755A. Необычное поведение запрещенной линии азота видно на графике (в). Горизонтальной чертой отмечен постоянный поток в этой линии в первые 50 дней вспышки и сразу после вспышки.

Детально была изучена эволюция спектра после вспышки. Выделены разные типы поведения линий. Примеры их показаны на рисунке. У некоторых линий видны повторные вспышки, у некоторых – нет. Интересно и важно, что интенсивность линий He I после вспышки опустилась ниже их уровня до вспышки в несколько раз. Это означает, что вспышкой были разрушены внешние части околозвездной оболочки.

Нам удалось классифицировать B[e] - звезду по линиям водорода высоких порядков. Ее спектральный класс и класс светимости B4 III-V. На нижнем графике показаны полные ширины абсорбционных линий водорода для нормальных B-звезд I-II и III-V классов светимости и положение звезды-стандарта (квадратик), снятой в эту же ночь. Таким образом, по нашим данным CI Cam – не сверхгигант, что важно для оценки расстояния до него.

Были проведены детальные фотометрические наблюдения после вспышки, по которым был обнаружен орбитальный период 19.407 дня. В 2002 г. заподозрен фотометрический период 19 дней, затем он был подтвержден по всему ряду наших наблюдений, а позднее независимо подтвержден в других фотометрических исследованиях во всех фильтрах. Этот же период мы обнаружили в наших спектральных данных. Были замечены большие доплеровские смещения линии He II 4686 A . Вероятно, она формируется вблизи компактного компонента. На основе исследования этой линии была построена кривая лучевых скоростей компактного компонента. Решена орбита, которая имеет большой эксцентриситет. Здесь приводятся ее элементы. Эта орбита позволила оценить нижний предел массы B[e] - звезды 12 масс Солнца.

В главе 2 представлено исследование рентгеновского транзиентного источника V4641 Sgr - черной дыры в паре с A-звездой. Это второй из известных транзиентов, показавших мощную вспышку в оптическом диапазоне. Еще в 1996 году, когда эта звезда не была известна как рентгеновский источник, по спектроскопии на БТА мы установили, что в ее спектре видна единственная звезда класса A0 с фотосферными абсорбциями, и не видно ни эмиссионных линий, ни компонентов в профилях абсорбционных линий.
15 сентября 1999 года произошла мощная вспышка этого объекта в оптическом, рентгеновском и радио-диапазонах. Наблюдался выброс релятивистской струи, так что объект – микроквазар. Исследование Ороса и других показало, что в этой системе находится черная дыра с массой 9 масс Солнца. Итак, в спокойном состоянии между вспышками этот микроквазар с черной дырой не проявляет активности в рентгене и фактически неотличим от тесной двойной системы, и это важная проблема астрофизики. В радиусе 0.5 кпс вокруг Солнца оценивается количество таких спящих черных дыр в двойных системах как 25-40. В мире начаты специальные фотометрические обзоры по поиску таких объектов. Их оптические компоненты должны показывать эллипсоидальную переменность блеска с большой амплитудой, как V4641 Sgr. Мы поставили задачу - найти признаки наличия черной дыры в спокойном состоянии системы.

Были проведены спектральные наблюдения на БТА в фазе нижнего соединения черной дыры, когда она находится вблизи луча зрения между наблюдателем и оптической звездой, и оптическая звезда просвечивает окрестности черной дыры. На графике показаны профили H_альфа: V4641 Sgr в1996 г., и в 2001 году в нижнем соединении - жирной линией, а в середине – стандартной звезды в эту же ночь. Обнаружена дополнительная абсорбция в красном крыле линии со скоростью направленной от наблюдателя. Исходя из предположения о движении газового потока по круговой орбите вокруг черной дыры и простого геометрического моделирования, оценена масса черной дыры в системе, оказавшаяся в пределах 7.1 – 9.5 масс Солнца. Этим мы подвердили и модель Ороса, и наше предположение о газовом потоке на орбите вокруг черной дыры.

Как было уже отмечено в начале, явление пекулярных красных новых не было предсказано в теории звездной эволюции. Отличие пекулярных красных новых от классических новых звезд состоит в том, что они имеют в максимуме вспышки спектры холодных сверхгигантов класса К-М и не проходят небулярную стадию в поздней стадии вспышки, что обусловлено другой их физической природой. К этому классу относятся пока только три объекта: V1006/7 в M31, V838 Mon и V4332 Sgr. В главе 3 диссертации представлено исследование объекта V838 Mon – одного из самых изученных объектов этого редкого класса. В течение вспышки он показал сложную кривую блеска. Несмотря на достаточно большую скорость выброса вещества во вспышке до 300 км/с, выброс этот так и не достиг оптически тонкого состояния. Он становился все холоднее, пока не превратился в остаток, являющийся сверхгигантом нового, неизвестного до этого класса L, с очень низкой температурой, которая встречается только у коричневых карликов. За вспышкой последовало редкое явление светового эха. Все эти уникальные свойства вызвали огромный интерес и многочисленные гипотезы о природе этого явления. Некоторые гипотезы отвергнуты наблюдениями, в том числе и нашими.

Получены следующие спектроскопические результаты:
- детально отождествлен спектр во вспышке,
- определено, что звезда имеет нормальный солнечный химсостав,
- открыта линия лития, свидетельствующая в пользу молодости объекта.

Уникальность нашего спектра на SCORPIO в синей области заключается в том, что он демонстрирует взаимодействие компонентов в широкой паре: мы видим молекулярную полосу окиси титана в поглощении на фоне континуума горячей В-звезды. Мы открыли также запрещенные линии железа [Fe II] – тоже результат взаимодействия компонентов.

Нами обнаружено, что до вспышки звезда была голубой и горячей. После вспышки спектр голубой звезды стал существенно слабее, но появился спектр коричневого сверхгиганта. Сделан вывод, что до вспышки V838 Mon состояла из двух В-звезд с одинаковым распределением энергии, одна из которых взорвалась и исчезла из спектрального распределения.

В главе 4 диссертации представлено исследование второй из известных красных новых - V4332 Sgr. Так как ее звездная величина в полосе *B* 17.9, раньше ее спектр изучали в красной и ИК - области. Мы так же детально изучили ее синий спектр. Отождествлено много новых эмиссионных линий атомов и молекул. Эмиссионный спектр относится к холодному разреженному газовому облаку. Виден континуум звезды класса М7 с молекулярными полосами окиси титана в поглощении.

Исследование распределения энергии в спектре до и после вспышки подтвердило наш

вывод по V838 Mon: и в системе V4332 Sgr также взорвалась голубая звезда. Но следов голубого компонента после вспышки не обнаружено. Видна холодная звезда класса M7, которая была видна и до вспышки.

Основные результаты, выносимые на защиту:
1. Результаты семилетней спектроскопии рентгеновского транзиентного источника CI Cam во вспышке и в спокойном состоянии, полученные в САО РАН. Результаты исследования поведения спектра во вспышке: нарушение и последующее восстановление структуры стратифицированной оболочки, реакция внешних слоев оболочки по линии [N II], ионизация окружающего газа вспышкой и выброс газа со скоростью 1200 км/с.
2. Определение орбиты компактного компонента в системе CI Cam с орбитальным периодом P = 19.41 ± 0.02 дня и эксцентриситетом 0.62 ± 0.07. Динамическая оценка массы для B[e]-звезды M(B[e])>12 $M_{\odot}$. Определение спектрального класса главного компонента CI Cam B4 III-V по водородным линиям.
3. Классификация V4641 Sgr как разделенной системы, в спектре которой виден только один оптический компонент спектрального класса A0III. Обнаружение разреженного газового потока в системе. Определение по скорости движения вещества в разреженном потоке массы кандидата в черные дыры 7.1 $M_{\odot} < M_{BH} < 9.5 M_{\odot}$.
4. Доказательство, что пекулярная красная новая V838 Mon звезда с нормальным, близким к солнечному, содержанием элементов. Обнаружение в ее спектре сильной линии Li I 6707Å. Вывод, что до вспышки V838 Mon была широкой физической парой, состоящей из двух звезд класса B, одна из которых взорвалась.
5. Результаты спектроскопии пекулярной красной новой V4332 Sgr. Вывод, что до вспышки система V4332 Sgr состояла из двух звездных компонентов: голубого и красного, и что в 1994 г. произошел взрыв голубого компонента.

Апробация результатов происходила на семинарах САО и на 8-ми научных конференциях, российских и зарубежных.

Основные результаты опубликованы в 18 работах, 6 из них – в рецензируемых журналах.

Личный вклад соискателя:
1) постановка задач спектральных наблюдений на телескопах БТА и 1-м ЦЕЙССе,
2) участие в спектральных и фотометрических наблюдениях,
3) обработка, отождествление и первичный анализ всех полученных спектров со средней дисперсией (около 500 спектров),
4) интерпретация наблюдений проводилась совместно с Фабрикой и Горанским.

Спасибо за внимание.

Председатель. Спасибо. Пожалуйста, вопросы. И не забывайте называть свою фамилию!

Бычков В.Д., к.ф.-м.н. (САО). Вы упомянули о гипотезах. Часть гипотез Вы закрыли, а часть осталась. Перечислите, пожалуйста, ну, хотя бы, кратко.

Барсукова Е.А. Из оставшихся, конечно, наиболее популярной считается гипотеза Сокера и Тыленды столкновения и слияния звезд, в результате которого происходит аккреция взорвавшихся звезд на гравитационный центр, на более массивный остаток, и еще, по Реттеру, может происходить "заглатывание" больших планет.

Вторая гипотеза - это короткая стадия молодой массивной звезды, которая находится в

стадии гравитационного сжатия, и могла испытать тепловой импульс - термоядерную вспышку. Это - Лаулор, и мы также присоединяемся к этой гипотезе. И мы фактически первыми выдвинули ее в первый год после вспышки. Дело в том, что V838 Mon, как мы видели на картинке, практически находится в скоплении голубых звезд, и яркие звезды этого скопления уже частично изучены, они образуют главную последовательность. Два компонента V838 практически ложатся на эту последовательность. Слабые звезды этого скопления еще не дошли до главной последовательности. Возможно, мы наблюдаем конец трека Хаяши, есть такое предположение. Но точных расчетов для этих объектов еще нет.

Бычков В.Д. Спасибо. Я удовлетворен.

Председатель. Так. Романюк Иосиф Иванович.

Романюк И. И., д.ф.-м.н. (САО). Дайте более подробно количественную характеристику Вашего наблюдательного материала, который лежит в основе диссертации. Ну, например, сколько, или какая доля получена лично Вами на телескопе, какая доля из всех 500 спектров обработана лично Вами? Какой Ваш личный вклад в этот гигантский материал?

Барсукова Е.А. Практически 90% спектрального материала получены наблюдателями Буренковым и Борисовым на 1-м телескопе, часть материала получена наблюдателями на БТА, которые обслуживают наблюдения, а мы присутствуем при проведении наблюдений на БТА. Обработаны все наблюдения мною исключительно в пакете MIDAS, потому что этот набор программ позволяет обработать спектры с длинной щелью.

Председатель. Следующие вопросы.

Засов А.В., д.ф.-м.н., профессор (ГАИШ). В диссертации рассматривалось несколько различных объектов. Меня интересует, что их объединяет, как они оказались в одной связке?

Барсукова Е.А. Первое, я называла, - это сверхкритические светимости во время оптической вспышки. Это их объединяет. Еще их объединяет уникальность каждого объекта в своем классе. Можно заметить, что практически во всех объектах (по Оросу спектр оптической звезды V4641 Sgr B9, а мы определили A0, это очень близко) мы исследовали горячие B-звезды в разных стадиях эволюции.

Председатель. Так, пожалуйста, следующий вопрос.

Черепащук А.М., академик (ГАИШ). Нельзя ли померить массу B[e]-звезды CI Cam, по доплеровскому смещению бальмеровских линий?

Барсукова Е.А. Нет. Это только одна дата и только два спектра. Они специально сняты на SCORPIO с большой экспозицией и отношением сигнал/шум 200. Получены для того, чтобы увидеть эти линии, потому что их предсказали раньше нас, но не стали делать диагностику по причине, что абсорбционные профили испорчены эмиссиями. Мы исследовали этот вопрос и решили, что можно классифицировать и померить.

Председатель. Следующий вопрос.

Афанасьев В.Л., д.ф.-м.н., профессор (САО). Действительно, очень интересные результаты по CI Cam - запаздывание вспышки в запрещенном азоте. Для остальных

объектов вы рентген никак не упоминаете. Вы в диссертации касаетесь этого? Как оптические феномены ряда объектов, которые Вами изучены, связаны с поведением в рентгене в это же время? Это у Вас исследовано в диссертации?

Барсукова Е.А. Рентгеновская вспышка микроквазара V4641 Sgr описана только по источникам. Она фактически началась не 15 сентября 1999 года, когда она достигла 12 Крабов, а началась еще в начале года, в феврале. И как раз за эти месяцы до большой вспышки успели определить и в рентгене орбитальный период, а специально мы с рентгеном свои наблюдения этого объекта не сравнивали.

Афанасьев В.Л. Спасибо. Я понял.

Панчук В.Е. (САО). У меня два вопроса по отождествлению спектров. Первый - не совсем к соискателю. Меня, конечно, удивила очень мощная линия ртути на юге. Вопрос – в каких условиях выполнялись наблюдения? А вот по отождествлению. Я не ошибся? Нейтральный рубидий был указан на одном из спектров в синей области.

Барсукова Е.А. Нет. Действительно, в синей области спектра две линии рубидия.

Панчук В.Е. Так вот, у нейтрального рубидия есть резонансная линия в красном диапазоне. Этот Ваш результат отождествления подтвержден кем то? Или нет?

Барсукова Е.А. Синих спектров, как у нас, вообще ни у кого в мире нет. Мы подтвердили линии рубидия в красной области.

Панчук В.Е. У меня вот какое замечание. У рубидия очень низкий потенциал ионизации, поэтому, если делается отождествление линий нейтрального рубидия, -это сложный вопрос. На таких температурах нейтрального рубидия не должно быть. По моим расчетам. Так? Вопрос в отождествлении. Значит, это отождествление не подтверждено. Да?

Барсукова Е.А. Подтверждено именно нашими наблюдениями. Там сразу две линии!

Панчук В.Е. Спасибо.

Председатель. Есть вопросы еще?

Трушкин С.А., д.ф.-м.н., (САО). Вопрос об определении массы в V4641. По одной линии было сделано определение масс компактного компонента, или по нескольким? По дополнительному поглощению? По потоку в крыле.

Барсукова Е.А. По потоку? Нами или Оросом?

Трушкин С.А. Вами. По одной линии? Или по нескольким?

Барсукова Е.А. По одной линии. По Н-альфа. По максимальной скорости дополнительного поглощения.

Трушкин С.А. То есть по двум, все-таки линиям?

Барсукова Е.А. Линия Н-бета подтверждает.

Трушкин С.А. Спасибо.

Председатель. У меня вопрос. А какая все-таки причина взрыва у V838 Mon? Есть гипотезы?

Барсукова Е.А. Нет гипотез. Я буду комментировать одну работу Лейна по интерферометрии этого объекта. Он в конце статьи просто обращается к теоретикам: пожалуйста, рассчитайте такую модель, чтобы получился коричневый сверхгигант.

Председатель. Так. Похоже, что вопросы исчерпаны. Мы переходим к отзывам руководителей. Виталий Петрович, пожалуйста.

Горанский В.П., к.ф.-м.н. (ГАИШ). (Зачитывает отзыв).

Председатель. Поскольку эта работа такая обширная и многогранная, у работы был еще и научный консультант, и мы просим его зачитать тоже свой отзыв.

Фабрика С.Н., д.ф.-м.н., профессор (САО). У меня есть два документа, пояснительная записка и отзыв. Сначала читаю пояснительную записку, она короче.

Диссертация Е.А.Барсуковой посвящена исследованию двух быстрых транзиентных источников CI Cam и V4641 Sgr, и двух пекулярных красных новых V838 Mon и V4332 Sgr. Эти транзиентные источники выделены тем, что их рентгеновские вспышки сопровождались мощнейшим оптическим излучением, что невозможно понять в рамках стандартных моделей аккреционных дисков. Светимости пекулярных красных новых звезд во вспышке также существенно превышают классический эддингтоновский предел. Сверхкритические режимы энерговыделения приводят к формированию мощных ветров, которые кардинально меняют наблюдательные проявления объектов. Исследования таких сильно переменных астрофизических систем актуальны, но и весьма сложны, как в плане редукции и понимания данных, так и в плане интерпретации. Чтобы быть успешными, такие исследования должны вестись в оптическом диапазоне спектра с использованием как спектральных, так и фотометрических методов, при этом, естественно, используются разные телескопы, оснащенные различной спектральной и фотометрической аппаратурой и, как правило, на разных обсерваториях. В частности, спектральные результаты диссертационной работы были получены в САО на телескопе БТА (спектрографы УАГС, СКОРПИО, MPFS) и на 1-м телескопе (спектрограф УАГС). Фотометрические данные были получены на различных телескопах Южной лаборатории ГАИШ и Крымской астрофизической обсерватории с использованием как фотоэлектрической, так и ПЗС-техники, а также в САО на ПЗС-фотометре 1-м телескопа. Обработка фотометрических и спектральных данных существенно различна, тем более при большом разнообразии приборов. Особенно сложна интерпретация фотометрических и спектральных данных этих необычных объектов. Фактически в данном случае фотометрия и спектроскопия выступают как смежные специальности, в рамках которых выполнено данное научное исследование. Это потребовало квалифицированной помощи руководителя и консультанта. По перечисленным выше причинам диссертационная работа Е.А.Барсуковой должна была выполняться и была выполнена под руководством двух специалистов – фотометрического и спектрального профиля. Руководитель диссертации к.ф.-м.н. В.П.Горанский (фотометрические исследования) и научный консультант д.ф.-м.н. С.Н.Фабрика (спектральные исследования).

Теперь отзыв на диссертацию. (Читает отзыв).

Председатель. Спасибо большое. Теперь мы переходим к отзыву ведущей организации.

Ученый секретарь. (Зачитывает выписку из протокола астрофизического семинара САО РАН от 22 февраля 2006 г. и отзыв ведущей организации).

На автореферат поступил отзыв из ГАО, написанный научным сотрудником Погодиным, отзыв положительный, в отзыве отмечено, что соискательницей был получен богатый наблюдательный материал по каждому объекту на различных телескопах. Ею были также использованы архивные данные, анализ которых позволил составить более полную картину явлений, наблюдавшихся в этих звездах. Судя по автореферату, представленная к защите диссертация полностью соответствует требованиям ВАК, а ее автор Барсукова Е.А. заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Председатель. Теперь вы должны ответить на замечания отзыва ведущей организации.

Барсукова Е.А. Я хочу сказать спасибо ведущей организации за то, что обратили мое внимание на эту статью. У меня, к сожалению, нет ссылки в литературе на нее. Хотя она уже вышла в журнале Astrophysical Journal V.622, L137, 2005. Главный вывод этой работы, что коричневый сверхгигант уже разрешается методами инфракрасной интерферометрии, и радиус этого объекта 1570 радиусов Солнца, принимая оценку расстояния 8 килопарсек. В разных работах радиус этой звезды оценивается в пределах от 1000 до 6000 радиусов Солнца. Такой большой размер компонента соответствует тому, что это широкая система. Мы обнаружили взаимодействие компонентов в этой гигантской системе. Мы наблюдаем усиление запрещенных линий ионизованного железа - результат появления вещества выброса в окрестностях горячей звезды.

Во введении в эту работу авторы, к нашему сожалению, не ссылаются на нашу работу по V838 Mon в "Письмах в Астрономический журнал" 2002 г., т.28, с.764 и открытие лития в V838 Mon приписывают Мунари и другим, Astronomy and Astrophysics V.389, L51, 2002, где авторы не описывают линии лития в статье, а только упоминают его как элемент s-процесса. Отметим, что наша статья поступила в редакцию раньше, чем их статья в их журнал.

Председатель. Спасибо большое. Переходим к отзывам официальных оппонентов. Пожалуйста, Владислав Владимирович Шиманский.

Шиманский В.В. к.ф.-м.н. (Казанский государственный университет). (Зачитывает отзыв).

Председатель. Спасибо. Прошу отвечать на замечания оппонента.

Барсукова Е.А. Согласна с оппонентом, тем более, что это замечание было высказано и другим оппонентом с пожеланием вынести в отдельную главу методику обработки. Я не выделила методику в отдельную главу, так как ничего нового в нее не внесла, решила, что сойдет как параграф к первой главе. Эта работа является в основном спектроскопической, и потому я не акцентировала внимание на фотометрической методике, хотя фотометрию я очень широко использовала.

На один из вопросов практически уже звучал ответ, а вот этот об аппроксимации кривой лучевых скоростей: "Аппроксимация кривой лучевых скоростей имеет избыточный

эксцентриситет, амплитуда кривой лучевых скоростей в предположении e=0.62, вероятно, завышена". Здесь лучше отвечать, опираясь на эту кривую лучевых скоростей. Конечно, я согласна с оппонентом, что если взять крайние значения параметров полуамплитуды и эксцентриситета, то можно получить разброс функции масс от 6 до 21 массы Солнца. Для определения модельных параметров я взяла модельную кривую, которая лучше всего проходит через середину разброса с учетом наиболее надежных точек. Поэтому, значение функции масс мне кажется наиболее вероятным. Так как видно, что нашими данными перекрыты не все фазы, я замечание оппонента понимаю как указание на необходимость новых наблюдений, чтобы уточнить функцию масс.

А что нельзя оценивать движение главного компонента по эмиссионным линиям звездного ветра, я полностью согласна. Самое надежное, конечно, было бы найти абсорбционные линии главного компонента, что часто является проблемой у многих объектов, и линий, пригодных для определения лучевой скорости главного компонента - B[e]-звезды CI Cam, практически нет. Там у нас, я повторюсь, в одну дату два спектра, и все. Пока. Так как ветер по эмиссионным линиям железа имеет маленькую скорость, 32 км/с, и образуется от поверхности звезды в ее экваториальной плоскости, я надеялась, что эти линии будут отражать хоть как-то орбитальное движение массивного голубого компонента. И в этом направлении продолжаю, продолжаю подавать заявки чтобы как-то покрыть фазы. Хотя мы и открыли смещение этих линий с амплитудой 9 км/с, но пока так мало наблюдений с высоким разрешением, что мы не можем приписать их к орбитальному движению, или еще какому-нибудь.

Председатель. Вы удовлетворены ответом?

Шиманский В.В. Да.

Председатель. Спасибо большое.

Ученый секретарь. (Зачитывает отзыв официального оппонента Самуся Н.Н., отсутствующего по уважительной причине).

Председатель. Спасибо большое.

Барсукова Е.А. О методике я уже отвечала. Он заметил противоречие, которое мы сами отмечаем в диссертации, о динамической оценке массы и пониженной светимости. Еще согласна с оппонентом, что, действительно, нет описания отношения классических Be - звезд и B[e]-звезд в квадратных скобках к рентгеновскому излучению. Известно около полусотни рентгеновских транзиентов, в состав которых входят классические Be-звезды, которые находятся на главной последовательности и не заполняют свою полость Роша. И в них также входят нейтронные звезды. Как правило, они имеют эллиптические орбиты, и рентгеновские вспышки происходят при прохождении нейтронной звездой периастра.

Среди звезд с B[e]-феноменом известно около десятка рентгеновских источников, несколько из которых недавно открыты со спутника ИНТЕГРАЛ. Все, кроме одного - стационарные рентгеновские источники. Объекты ИНТЕГРАЛА находятся в областях Галактики с большим поглощением. Их спектры получают в основном в инфракрасном диапазоне. Поэтому их идентификация со звездами с B[e]-феноменом ненадежная. Один из таких источников, IGR J16318-4848, можно отнести к транзиентам, так как у него было две вспышки. Чати и Филиатре из-за сходства его спектра в инфракрасном диапазоне со спектром CI Cam считают, что этот объект является кандидатом в CI Cam. К

сожалению, очень мало статей с рентгеновскими данными по B[e]-звездам в квадратных скобках.

Было еще одно замечание. Николаю Николаевичу не понравилось выражение "локально направленные газовые потоки". Согласна, термин неудачный. Он используется Сокером в связи с тем, что в модели столкновения звезд для пекулярных красных новых появляются газовые потоки, направленные не сферически симметрично, а в разных направлениях. И этот термин - просто прямой перевод с английского.

Председатель. Завершили со всеми отзывами, и можем переходить к общей дискуссии. Кто хочет выступить? Евгений Леонидович, пожалуйста.

Ченцов Е.Л., д.ф.-м.н. (САО). В этой аудитории нельзя не отметить привлекательность, похвальность и успешность симбиоза ГАИШевской и САОвской методик и проблематики. Я хочу два слова сказать о нашем компоненте. С Еленой я сотрудничал с самого ее прихода в обсерваторию, и у нас есть несколько совместных публикаций. Одна из них посвящена 6 Кассиопеи, одному из спутников одного из редких объектов – белого гипергиганта. В 1981 г., то есть 25 лет тому назад, Елена находилась на спектрографе ОЗСП одна, сняла программу одного из внешних заявителей, и когда увидела, что условия необычные, и изображения стали меньше одной секунды, была прекрасная прозрачность, она тут же приняла решение перейти в так называемый антидубль, и получила первую спектрограмму этого спутника. Уникальность ее заключается в том, что расстояние этого спутника от объекта полторы секунды, а он слабее его еще в 10 раз. На две с половиной величины. Никто никогда не получал спектра в таких условиях. И тут же эта первая спектрограмма показала, что мы имеем дело с горячей звездой O9. Мы перестали волноваться по поводу публикации Делавера с сотрудниками, которые его в ультрафиолете, естественно, наблюдали. Увидели тоже признаки O-звезды, и решили, что это спектрально двойная. Спектральная двойственность, конечно, запутывала только общую картину динамики звездного ветра. А так, когда мы поняли, во-первых, мы имеем дело с визуальным спутником, а во-вторых, его спектры возможно получать, то в дальнейшем нам удалось использовать его для определения скорости центра масс системы. Этим примером я хочу показать, что уже к тому времени Елена приобрела достаточный опыт наблюдателя-спектроскописта, на который она смогла опереться в последние годы, когда перешла к совершенно новым объектам и к новым проблемам, и он входит весомой частью в успех ее диссертации. Я вслед за Фабрикой хочу повторить. Действительно, большую роль играет опыт, накопленный в прежние годы в САО. Конечно, диссертант вполне заслуживает степени кандидата наук.

Председатель. Кто хочет еще выступить?

Романюк И.И., д.ф.-м.н. (САО). Мы говорили, что Елена работает в САО более 30 лет. Елена Александровна начинала с того, что исследовала спектрографы СП и другие. В настоящее время она спектроскопист высочайшей квалификации, которых мало в России, поэтому можно считать, что кандидатский уровень уже давно достигнут, тут нет никаких сомнений. Что касается диссертации, самого труда, то она выполнена, получен гигантский оригинальный материал, она самостоятельно выполнила его обработку, получены новые данные, новые знания в области, которую она исследовала. Поэтому присоединяюсь к мнению ведущей организации, оппонентов, и считаю, что Барсукова Елена Александровна, заслуживает степени кандидата физ.-мат. наук безусловно.

Председатель. Хорошо. Анатолий Михайлович.

Черепащук А.М., академик (ГАИШ). Я считаю, что эта диссертация заведомо превосходит требования, предъявляемые к кандидатским, она по крайней мере две кандидатских содержит. Первая часть, по двум звездам - прекрасная кандидатская, вторая часть по пекулярным новым - тоже кандидатская. Но особенно интересно то, что в ней содержится огромный наблюдательный материал, высококачественный и интересный. Эта работа содержит много эвристических моментов. Вот, например, новый класс красных новых - это очень загадочный, очень интересный класс объектов. И вот, надо сказать, что имеется такой класс объектов как LBV (Luminous Blue Variables), в частности, Eta Carinae - удивительный объект, который в 19 веке на 5 звездных величин увеличил свой блеск. И держится на протяжении 100 лет постоянно, в более яркой фазе. И мы, когда составляли каталог тесных двойных звезд на поздней стадии эволюции в 1996 году, мы рискнули LBV-объекты включить в каталог как двойные системы, то есть были некоторые косвенные признаки. Сейчас уже получено доказательство того, что Eta Carinae - двойная система с большим периодом, период порядка 9 лет, и наблюдения в рентгеновском диапазоне показывают периодическую рентгеновскую переменность, даже квази-затменного типа и так далее. Так что это широкая пара, двойная система. И по какой-то причине один из компонентов этой пары взорвался или не взорвался, трудно сказать, но взял, и увеличил в 100 раз свою светимость, и вот система на этой стадии держится почти 100 лет. Это первое. Второе. Очень интересный феномен, есть такая в Малом Магеллановом Облаке двойная система с компонентами Вольф-Райе, это мне близко - я этим занимаюсь, HD 5089, это - звезда типа WN -звезда азотной последовательности в паре с О-звездой, орбитальный период 15 дней и эксцентриситет 0.6, очень большой эксцентриситет. Наблюдали ее много десятилетий - 40 лет. Она неожиданно лет 8 тому назад увеличила свой блеск на величину, спектральный класс ее радикально изменился, она стала звездой более раннего спектрального класса Вольф-Райе, характеристики кривой блеска изменились, то есть геометрия оболочки изменилась, и вот теперь она медленно, на протяжении нескольких лет возвращается к своему стационарному состоянию. Это первый случай среди двойных систем с компонентами Вольф-Райе, когда звезда Вольф-Райе испытывает такую гигантскую переменность. Обычно классические звезды Вольф-Райе имеют микропеременность, но в целом это- стабильные гелиевые объекты, гелиевые звезды. А вот здесь, по-видимому, присутствие спутника на эксцентричной орбите приводит к приливным деформациям и накапливаются какие-то эффекты, и происходит какой-то квази-взрыв. То есть такие явления наблюдаются и у классических объектов. А эти два объекта, которые Елена наблюдала, конечно, большая загадка. И первое, что мне приходит в голову- то, что есть такие объекты Торна-Жидков, когда нейтронная звезда по спирали падает в центр оптической, обычной звезды, и звезда начинает излучать уже в основном за счет выделения энергии при аккреции, а не ядерного выделения. Правда, наличие лития говорит о том, что ядерные реакции продолжаются, и конвекцией литий выносится на поверхность. Сами Торн и Жидков не предсказывали наблюдательные свойства объектов Торна-Жидкова, а потом была работа Бесноватого-Когана и Ламзина, которые расчитали модель Торна-Жидкова, но там очень критично модель зависит от физики процессов при аккреции. Если аккреция высокотемпературная на нейтронную звезду, то есть, достигает температур в миллиарды градусов, то основное выделение энергии происходит в нейтрино, и звезда очень быстро эволюционирует. Всего 100 лет. За 100 лет звезда должна очень сильно реализоваться. А если температура не достигает миллиарда градусов при аккреции на нейтронную звезду, то она живет миллионы лет как обычная звезда, но при этом радиус в тысячу раз возрастает. Это красный сверхгигант. На эту статью могу дать ссылку. Сейчас у них еще одна работа на эту тему появилась, более детальная работа. Обе эти ссылки я могу дать.

Другое дело, что это все-таки разделенная пара, две В-звезды. Значит была третья нейтронная звезда вокруг одной из звезд, которая поглощена телом второй В-звезды. То, что широкие пары эти двойные - это загадка. Вот Eta Carinae тоже широкая пара. HD 5089 -тоже широкая пара. Какую-то роль играют еще и удаленные компоненты, не только близкие компоненты. Так что это новый совершенно феномен, который открыт в этой работе. Он, видимо, открыт был раньше, просто здесь дополнительные новые наблюдательные данные. Я считаю, что, безусловно, эта работа заслуживает кандидатской, нужно эту работу продолжать и пожелать успехов. Я думаю, что она не должна долго задержаться на стадии кандидата наук. С такими результатами!

Председатель. Спасибо большое. Кто-то хочет еще высказать свое мнение? Прошу, Афанасьев!

Афанасьев В.Л., д.ф.-м.н. (САО). Нет, я по другому поводу. Я внимательно прослушал выступление Елены Барсуковой. Очень хорошее впечатление. Я хочу вот что заметить: мне никогда не нравилось это разделение спектроскопии с фотометрией- спесь астронома-наблюдателя. Вот задавались вопросы, а что кроме спектров получил человек? Вот замечание: качество астронома-наблюдателя определяется не тем, сколько раз он нажал на кнопку или сколько раз проявил фотопластинку, а тем, а как он сумел посмотреть на спектрограмму, увидеть что-то новое, и сумел соотнести это с физикой, реальной астрофизикой. Вот это качество защита продемонстрировала блестяще. Это прекрасная наблюдательная работа основанная на большом количестве разнообразного наблюдательного материала. И, безусловно, квалификация диссертанта здесь продемонстрирована в полной мере, и понимание того, что она делает. Конечно, эта работа удовлетворяет всем ВАКовским требованиям и, безусловно, заслуживает искомой степени.

Председатель. Хорошо, и теперь Владимир Евгеньевич.

Панчук В.Л., д.ф.-м.н. (САО). Сразу скажу, что оценка работы очень высокая. У меня. А теперь попытаюсь сказать, что же я высоко ценю в этой работе. По личному вкладу там было отмечено, что интерпретация разделена с соавторами, так что я не буду касаться тех проблем, которые возникают всегда при интерпретации новых непонятных явлений. Есть другая проблема. И она состоит в том, что, так как сегодня здесь много молодежи, я для них расскажу, что спектроскопия изменила свое лицо. Если раньше, в тот период, когда выполнялись исследования спектральной аппаратуры на БТА, которые тут так знающе были описаны очевидцами этого процесса, нам говорили, что непонятно кому мы отдаем телескоп, непонятно кому аппаратуру, и что это за старшие лаборанты, которые исследуют инструменты самого крупного телескопа в мире, и так далее и так далее... И тогда был воспитан в этом поколении стиль не торопиться, еще раз проверить. Практически ничего не было тогда опубликовано, и так далее, и так далее. Потом начались вот те наблюдения, которые охарактеризовал Евгений Леонидович, как руководитель этой группы. Но затем спектроскопия стала другой, на нее стали влиять ажиотажные направления. Одного великого московского ученого спросили, почему Вы не работаете в этом направлении. Он ответил, что я не хотел бы работать в направлении, где приоритет зависит от времени доставки препринта по почте. О новых наблюдениях. И, естественно, такое развитие астрофизики тоже начало влиять на спектроскопистов. Обратите внимание, здесь уже упоминается, что статья поступила в редакцию чуть раньше, чем статья конкурентов. И вот в этой работе есть баланс между теми основами, которые мы еще не потеряли. Проверь, перепроверь. Если ты отождествляешь одну линию, отождестви все соседние, покажи, что это так. А не только ту линию, которая

нужна. Вот этот подход с чертами современной наблюдательной науки, в которой нам нужно быстренько шевелиться, потому что правила игры изменились. Поэтому я считаю, что это сильная сторона диссертации. Если Анатолий Михайлович увидел здесь две кандидатских, я вижу третью, которая была сделана до всех этих исследований, и я призываю всех проголосовать за присвоение соискателю кандидатской степени.

Председатель. Кому хочется высказаться?

Бескин Г.М., к.ф.-м.н. (САО). Эта работа, несомненно, очень высокого уровня. В ней проявилось сразу много черт, связанных с непостоянством нашей жизни. В ней мы сразу видим, как прямо на глазах рождаются новые типы астрономических объектов, казалось бы в тех областях, где все более-менее устоялось. Первое. Второе - мы видим, как важно очень вовремя наблюдать эти новые нестационарные явления, и быть готовыми к тому, чтобы, получая высокого качества наблюдательные данные, успевать их быстро обрабатывать, осмысливать и ставить новые задачи. И, наконец, третий момент - я вижу здесь очень высокий элемент везения для Елены, потому что много лет Елена очень тщательно, серьезно, глубоко работала, но, как бы вот везения в каком-то смысле не было. И, наконец, в последние несколько лет она поймала эту удачу, и вот в результате мы видим эту прекрасную работу. Четвертый момент, для меня лично очень важный, в этих системах- есть надежда,- поскольку есть нестандартные процессы явно нестационарной аккреции, когда темпы сильно меняются, в некотором смысле черные дыры оголяются, поскольку вещества падающего становится мало. Есть надежда проникнуть с помощью разных наблюдательных методов, в том числе высокого временного разрешения, как можно ближе к горизонту событий. Работа очень хороша, интересна и заслуживает кандидатской степени. Спасибо.

Председатель. Кто еще хочет высказаться? Нет желающих. Предоставляем заключительное слово соискателю.

Барсукова Е.А. Благодарю в первую очередь Докторский совет по защите, своих руководителей Горанского Виталия Петровича и Фабрику Сергея Николаевича за руководство работой, ближайших коллег из отдела физики звезд за помощь и поддержку. Всех моих соавторов, коллег, что получали спектры, на основании которых выполнена эта работа: Пустильника, Угрюмова, Борисова, Буренкова, Прамского, Михайлова, Моисеева, Аболмасова, Кайсина. Олю Шолухову, всех остальных. Моих коллег из лаборатории астроспектроскопии: Клочкову, Панчука, Ченцова, Юшкина за полезное сотрудничество по спектроскопии высокого разрешения. Сотрудников ГАИШ: Наташу Метлову - именно к ее точным фотометрическим рядам привязаны наши фотометрические наблюдения, полученные с разными ПЗС-детекторами; Сергея Шугарова, оценившего по нашей просьбе в Зоннеберге больше сотни пластинок для V838 Mon; Аллу Жарову, которая оцифровала 50 уникальных пластинок из фотоархива ГАИШ для V838 Mon, единственных в мире. Наших зарубежных коллег Пола Роша, Саймона Кларка, Роберта Хайнеса, Петера Кроля, Анатолия Мирошниченко за полезное сотрудничество. Уважаемых оппонентов, которым пришлось оставить свои объекты и потрудиться, чтобы понять наши. КТБТ, который регулярно выделял время для исследования таких уникальных переменных объектов. И РФФИ за грант для исследования по пекулярным красным новым. Номер вы видели [03-02-16133-а]. И всех присутствующих.

Председатель. Теперь нам надо выбрать комиссию для подсчета голосов. У меня есть предложение. Анатолий Владимирович Засов, Георгий Борисович Гельфрейх и Сергей Анатольевич Трушкин. Кто за такой состав комиссии? Принято единогласно. Комиссию

прошу приступить к работе.

Перерыв на голосование. (Проводится процедура тайного голосования).

Председатель. Прошу счетную комиссию огласить результаты тайного голосования.

Гельфрейх Г.Б., д.ф.-м.н. (Зачитывает протокол N 37 счетной комиссии, избранной 12.10.2006 для подсчета голосов при баллотировке Барсуковой Елены Александровны на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук).

Присутствовало на заседании 15 членов диссертационного совета, из них докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации 14.
Роздано бюллетеней 15.
Осталось нерозданных 0.
Оказалось в урне бюллетеней 15.

Результаты голосования: За присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук подано 15 голосов. Против - нет. Недействительных бюллетеней нет.

Председатель счетной комиссии – Гельфрейх Г.Б.,
члены комиссии: Трушкин С.А., Засов А.В.

Председатель. Кто за эти результаты, прошу голосовать. Против? Против нет.
Кто воздержался? Нет. Протокол счетной комиссии принимается единогласно. Мы можем поздравить Елену Александровну с прекрасным результатом (Аплодисменты).

Председатель. Какие будут замечания, дополнения по проекту заключения? (Члены совета обсуждают проект заключения).

Председатель. Прошу проголосовать за окончательный текст заключения совета. (Голосование). Кто за? Кто против? Нет. Кто воздержался? Нет. Заключение диссертационного совета принято единогласно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационного совета Д002.203.01 при Специальной астрофизической обсерватории РАН по кандидатской диссертации Барсуковой Е.А. «Исследование рентгеновских транзиентных источников и пекулярных новых звезд»

Диссертационная работа Е.А.Барсуковой посвящена фундаментальной задаче современной астрофизики – исследованию физики и эволюции двойных звезд.

I. Актуальность проблемы

Тематика диссертации затрагивает целый ряд актуальных проблем на переднем крае современной астрофизики. Это критические стадии звездной эволюции, которые не были предсказаны в теоретических исследованиях, аккреция в ТДС на компактные и релятивистские объекты, исследование свойств и поведения черных дыр в разделенной системе, природа B[e]-феномена у горячих звезд, а также физика экстремально холодных звезд (таких, как коричневые карлики и сверхгиганты) и образование химических соединений и пыли при вспышках звезд.

II. Научная новизна

Научные результаты, полученные в диссертации, являются новыми и уникальными в мировой науке.

Впервые для CI Cam определены орбитальный период P = 19.41 дня и элементы орбиты, спектральный класс и класс светимости B4 III-V главного компонента по высшим членам бальмеровской серии, динамическая оценка массы для B[e]-звезды M(B[e])>12 $M_{\odot}$. Впервые обнаружены снижение интенсивности линий HeI после вспышки относительно уровня их интенсивности до вспышки, запаздывание пика вспышки запрещенной линии [N II] 5755Å на 210 ± 20 дней относительно пика вспышки в рентгеновском диапазоне и тот факт, что поток в этой линии оставался постоянным в течение вспышки.

Впервые исследовано взаимодействие релятивистского компонента V4641 Sgr с нормальной звездой методом спектроскопии в нижнем соединении релятивистского компонента. Это привело к открытию газового потока, направленного от наблюдателя, который интерпретируется как часть разреженного кеплеровского газового диска. Впервые определена масса кандидата в черные дыры по скорости газового потока на орбите вокруг него.

Впервые доказано, что пекулярная красная новая V838 Mon имеет близкое к солнечному содержание элементов. Поэтому ее нельзя отнести к звездам, находящимся в пост-AGB стадии эволюции. Этот результат позволяет выделить три известные пекулярные красные новые звезды в новый, неизвестный ранее класс астрофизических объектов. Впервые обнаружены линии лития в спектре V838 Mon.

Впервые высказано предположение, что взорвавшаяся звезда до вспышки была голубой звездой и имела такое же спектральное распределение энергии, как и ее компонент класса B3V. Описана переменность спектров V838 Mon в спокойном состоянии, а в синей области спектра отождествлены запрещенные эмиссии [Fe II], интенсивность которых быстро увеличивается.

Впервые описан и интерпретирован спектр V4332 Sgr в синем диапазоне. Показано, что голубой компонент V4332 Sgr, наблюдавшийся в спектральном распределении энергии в 1980-86 годах до вспышки, теперь не виден в спектре. Так что произошел взрыв голубой звезды в двойной системе. Результаты этой работы опровергают предположение, что до вспышки V4332 Sgr была звездой солнечного типа.

III. Основные положения, выносимые на защиту:

1. Результаты семилетней спектроскопии рентгеновского транзиентного источника CI Cam во вспышке и в спокойном состоянии. Результаты исследования поведения спектра во вспышке: нарушение и последующее восстановление структуры стратифицированной оболочки, реакция внешних слоев оболочки по линии [N II], ионизация окружающего газа вспышкой и выброс газа со скоростью 1200 км/с.

2. Определение орбиты компактного компонента в системе CI Cam с орбитальным периодом P = 19.41 ± 0.02 дня и эксцентриситетом 0.62 ± 0.07. Динамическая оценка массы для B[e]-звезды (B[e])>12 $M_{\odot}$. Определение спектрального класса главного компонента CI Cam B4 III-V по водородным линиям.

3. Классификация V4641 Sgr как разделенной системы, в спектре которой виден только один оптический компонент спектрального класса A0III. Обнаружение разреженного газового потока в системе. Определение по скорости движения вещества в разреженном потоке массы кандидата в черные дыры $7.1\ M_{\odot} < M_{BH} < 9.5\ M_{\odot}$.

4. Доказательство, что пекулярная красная новая V838 Mon звезда с нормальным, близким к солнечному, содержанием элементов. Обнаружение в ее спектре сильной линии Li I 6707Å. Вывод, что до вспышки V838 Mon была широкой физической парой, состоящей из двух звезд класса B, одна из которых взорвалась.

5. Результаты спектроскопии пекулярной красной новой V4332 Sgr. Вывод, что до вспышки система V4332 Sgr состояла из двух звездных компонентов: голубого и красного, и что в 1994 г. произошел взрыв голубого компонента.

IV. Научная и практическая значимость работы

Спектроскопия и фотометрия объектов CI Cam, V838 Mon и V4332 Sgr наиболее полна и информативна на фоне всех мировых наблюдательных данных. Метод исследования компактного компонента в фазе его нижнего соединения может быть применен к другим рентгеновским системам с большим наклонением орбиты. Результаты по красным новым могут быть использованы исследователями для поиска подобных объектов среди исторических новых звезд, а также теоретиками для построения моделей этих систем.

V. Достоверность

Высокое качество наблюдательного материала и использование надежно апробированных методов наблюдения, тщательный анализ данных, ясная физическая интерпретация, а также публикация результатов и апробация их на международных конференциях обеспечивают достоверность результатов данного исследования.

VI. Рекомендации по использованию результатов исследования

Результаты диссертации могут быть использованы в государственных учреждениях, где ведутся работы по изучению двойных систем: ГАИШ МГУ, СПбГУ, ГАО РАН, ООФА РАН, САО РАН, КГУ, АКЦ ФИАН, ИКИ РАН и др.

VII. Квалификационная оценка диссертации

Результаты работы являются новыми и представляют высокую научную ценность. Диссертация является научной квалификационной работой, отвечающей требованиям ВАК, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 01.03.02 «Астрофизика и радиоастрономия», соответствует требованиям п.8 Положения и содержит новые решения научных задач, имеющих важное значение для развития наблюдательной и теоретической астрофизики.

Зам. председателя диссертационного совета
доктор физико-математических наук / Клочкова В.Г. /

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат физико-математических наук / Майорова Е.К. /

Дата 12.10.2006