

СТЕНОГРАММА

заседания диссертационного совета Д002.203.01

протокол №111 от 19 октября 2018г.

Председатель:

доктор физ.-мат. наук, академик РАН

Балега Юрий Юрьевич

Ученый секретарь:

кандидат физ.-мат. наук

Шолухова Ольга Николаевна

Состав совета - 19 человек, присутствуют - 17:

д.ф.-м.н., Балега Ю.Ю. 01.03.02

д.ф.-м.н., Клочкова В.Г. 01.03.02

к.ф.-м.н., Шолухова О.Н. 01.03.02

д.ф.-м.н., Афанасьев В.Л. 01.03.02

д.ф.-м.н., Богод В.М. 01.03.02

д.ф.-м.н., Верховданов О.В. 01.03.02

д.ф.-м.н., Глаголевский Ю.В. 01.03.02

д.ф.-м.н., Караченцев И.Д. 01.03.02

д.ф.-м.н., Ковалев Ю.Ю. 01.03.02

д.ф.-м.н., Мингалиев М.А. 01.03.02

д.ф.-м.н., Моисеев А.В. 01.03.02

д.ф.-м.н., Панчук В.Е. 01.03.02

д.ф.-м.н., Решетников В.П. 01.03.02

д.ф.-м.н., Романюк И.И. 01.03.02

д.ф.-м.н., Сачков М.Е. 01.03.02

д.ф.-м.н., Трушкин С.А. 01.03.02

д.ф.-м.н., Фабрика С.Н. 01.03.02

Председатель: Дорогие коллеги и члены учёного совета, у нас из 19 членов диссертационного совета присутствуют 17, кворум приличный, поэтому можно начинать работу. У нас сегодня две диссертации. Я только хочу сразу сказать, поставьте телефон на беззвучный режим или просто отключите. У нас сегодня 2 работы, мы должны заслушать и принять решение. Первая работа Евгений Гедиминович Сендзикас спектроскопическое исследование далеко проэволюционировавших звёзд. Работа выполнена в специальной астрофизической обсерватории российской академии наук. Научный руководитель доктор физ.-мат. наук, профессор Ключкова Валентина Георгиевна. Официальные оппоненты Алексей Сергеевич Расторгуев московский университет и Владислав Владимирович Шиманский казанский приволжский федеральный университет, ведущая организация южный федеральный университет Ростов-на-Дону. Секретаря совета прошу доложить ситуацию в целом.

Секретарь: Все документы необходимые для защиты представлены, экзамены сданы на хорошо и отлично. Претензий нет.

Председатель: Нет вопросов коллеги? Тогда давайте начинаем работу, приступаем. Пожалуйста 20 минут.

Сендзикас Е.Г.: Спасибо. Доброе утро! Хотел представить вам диссертационную работу на тему спектроскопическое исследование далеко проэволюционировавших звёзд. Хотел бы начать с показа эволюционного трека для звезды в пять солнечных масс. На стадии post-AGB наблюдаются далеко проэволюционировавшие звезды малых и промежуточных масс, которые имеют изначальную массу на главной последовательности не более 8-9 M_{\odot} . На предшествующей AGB-стадии эти звезды наблюдаются в виде холодных красных сверхгигантов. После истощения гелия в ядре AGB-звезды с исходной массой в интервале 2-4 M_{\odot} , образуется вырожденное углеродно-кислородное ядро, окруженное энергетически активными слоями горения гелия и водорода. Большую часть времени энергетическое обеспечение обеспечивает водородный слой, однако, по мере присоединения продуктов горения водорода к гелиевому слою, в последнем происходит кратковременное возгорание гелия. Данная конфигурация внутреннего строения звезды неустойчива, теория предсказывает

достаточно эффективное перемешивание и вынос в атмосферу звезды тяжелых металлов, синтезированных в ядерных реакциях, которые описывают вышеизложенные процессы энерговыделения. В этой фазе, завершая свою эволюцию за счет термоядерных реакций, звезда за короткое время теряет до 40-80% своей массы. Таким образом, именно post-AGB звезды являются основными поставщиками тяжелых металлов s-процесса в межзвездную среду. Эта стадия короткая, около тысячи лет. Звезды попадают спектрального класса К-В. Класс светимости один. Светимость в тысячу раз превосходит светимость солнца. Признаки оболочки AGB звезд это - инфракрасный избыток и широкие профили молекулярных эмиссий. Также двугорбое распределение энергии и молекулярный спектр.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложения. Диссертация содержит 114 страниц, 26 рисунков и 11 таблиц. Список литературы включает 174 наименования.

Цели которые ставились. Для ИК-источника IRAS 01005+7910 необходимо было определить спектральный класс и светимость переменной звезды, проанализировать кинематическое состояние атмосферы и оболочки, а также изучить временные изменения, обусловленные пульсациями, ветром, истечением протяженных атмосфер. Для оценки расстояния до объекта необходимо изучение межзвездных деталей в спектре звезды. Для звезды V534 Lyr с неясным статусом. Предстояло определение основных параметров звезды. Анализ кинематического состояния атмосферы и оболочки, а также поиск временных изменений и причин этой переменности. Оценка пространственного положения объекта и расстояния до него. Уточнение эволюционного статуса. Создание сравнительного спектрального атласа в широком диапазоне длин волн для трех А-сверхгигантов принципиально различающихся масс.

Все наблюдения выполнены на БТА с помощью спектрографа НЭС, который обладает высокой стабильностью, широким диапазоном длин волн, большим разрешением, что позволяет выполнять уникальные работы по многолетнему мониторингу сложных объектов.

Исследование переменности спектра оптического компонента ИК-источника IRAS 01005+7910. Эта post-AGB звезда, имеет высокую галактическую широту, большую лучевую скорость, пониженную металличность, высокую температуру. Определен спектральный класс центральной звезды $B1.5\pm0.3$. По положению симметричных и стабильных профилей запрещенных эмиссий азота, кислорода, серы и железа определена системная скорость $V_{\text{sys}} = -50.5$ км/с. Эмиссии вот здесь. Эта группа точек - линии железа, абсорбции. Колечки это - линии гелия. Эта звезда обладает активной атмосферой. Данный слайд иллюстрирует влияние её на профили линий. Здесь представлены 2 профиля. Это линии гелия 5876 и гелия 5016. Верхний профиль формируется выше других линий и наиболее подвержен влиянию атмосферы. Здесь мы можем наблюдать изменение профиля от P Cуг до обратного P Cуг профиля и обратно. Нижний профиль не так сильно изменяется. Кратковременная переменность показана на этом слайде. Здесь мы представляем профили линий гелия 5048 и азота 5679. Слева это переменность за 6 часов, а справа за двое суток. Мы видим, что за двое суток профиль линий кардинально меняется. Мы зарегистрировали лучевые скорости для всех дат. Здесь точками обозначены ядра, колечками лучевые скорости в крыльях. У ядер перепад составил 34 км/с, для крыльев 23, но даже этого достаточно, чтобы трактовать это как следствие пульсации или скрытой двойственности звезды. На нижних картинках представлены изменения профилей азота 4630 и азота 5679 в разные даты. Мы здесь видим изменение лучевой скорости в несколько десятков км/с. В работе использованы 23 спектра которые получены на БТА за 11 лет наблюдений с 2002 года по 2013. В таблице представлены измерения лучевых скоростей для разных групп линий. Определение спектрального класса проводилось по слабым абсорбциям, они наименее подвержены влиянию динамической атмосферы. На данном слайде представлена линия натрия 5890, это межзвёздная линия. Она ведёт себя стабильно, все изменения обусловлены влиянием ионосферы земли. Здесь мы видим четыре минимума, которые формируются в межзвёздной среде, а самый крайний формируется в оболочке звезды.

Исследование звезды V534 Луг. Звезда имеет температуру 10 тысяч градусов, широко располагается над плоскостью галактики, имеет высокую пространственную скорость, пониженную металличность, обладает активной атмосферой. Это можно посмотреть на

примере водородных линий H β , H α . Хотелось бы отметить, что профиль линий меняется очень быстро, здесь мы видим 2 даты 13 июня и 8 го, разница между ними 5 дней, а изменение профиля очень большое. Также мы обнаружили зависимость, что в некоторые даты линии железа с низким потенциалом возбуждения расщепляются на 2 компонента, тогда как линии с высоким потенциалом возбуждения не расщепляются, ни обозначены зелёными точками, с низким - красными квадратами, кольца - линии гелия, прямоугольники — эмиссии. Вот такая картина вырисовывается если все наблюдения сложить в одну. Прерывистая линия это системная скорость. Мы видим как сильно меняется атмосфера в разные даты: от активного состояния до спокойного (третьи наблюдения, когда все линии одну скорость имеют). Хотелось бы отметить последнюю дату, тут мы обнаружили промежуточные расщепления для некоторых мультиплетов железа. Мы провели расчёт моделей атмосфер и нашли химический состав для этой звезды. Тут в этом столбце солнечная, а в этом полученная нами. Здесь хотелось бы отметить повышенное содержание гелия, азота и пониженное содержание элементов группы железа. Расчёт моделей производился программой WIDTH9 на основе сетки моделей Куруца и значения потенциалов возбуждения и сил осцилляторов для всех линий, а также константы уширения, взяты из базы данных атомных линий VALD.

Мы составили спектральный атлас A-сверхгигантов в который вошли три объекта разной светимости. Это звезда BD+48°1220, это post-AGB звезда, 3 Pup это химически пекулярный сверхгигант и α Cyg это массивный сверхгигант, Атлас составлен в широком диапазоне длин волн 3920-6720 Å. Отождествлены и измерены больше 1000 линий для каждого объекта. Точность измерения лучше 1 км/с по одной линии. Атлас можно найти по ссылке. На данном слайде представлены характерные профили для этих объектов. Здесь мы видим для BD+48° 1220 два минимума (иногда расщепляется) и эмиссии в красной и синей области. Для объекта 3 Pup мы видим заострённый профиль линий и также в красной и синей области эмиссии. Профили линий α Cyg имеют правильную форму. Список линий под рисунком. В атласе это выглядит вот так. Спектры располагается один под одним, некоторые линии подписаны, но все, даже самые слабые линии, подписаны в таблице, которая прилагается к атласу. Работа опубликована в пяти статьях, опробирована на четырёх конференциях.

Научная, методическая и практическая значимость работы. Для выполнения поставленной задачи на 6-метровом телескопе БТА в сочетании с эшелюнным спектрографом НЭС получена коллекция высококачественных спектров двух малоизученных звезд. В работе показано, что сочетание многолетнего спектрального мониторинга высокого разрешения с численным моделированием атмосфер наиболее успешно решает ряд задач для звёзд промежуточных масс, а именно: уточнение эволюционного статуса; детальное определение содержания химических элементов в атмосфере пекулярных сверхгигантов; анализ кинематического состояния атмосферы и оболочки, а также временных изменений, обусловленных пульсациями, ветром, истечением протяженных атмосфер. Для изготовления атласа нами выбраны три А-сверхгиганта, различающиеся по массе и стадии эволюции. Наблюдаемые свойства этих звезд принципиально различаются, что обеспечивает актуальность сравнения их оптических спектров. Большой диапазон и высокая точность атласа может использоваться для моделирования спектров А-звёзд и для отождествления линий. Полученный в работе наблюдательный материал и результаты могут быть использованы в астрономических организациях, занимающихся изучением переменных звезд.

Основные результаты, выносимые на защиту. Первое. Для центральной звезды ИК-источника IRAS 01005+7910 определены спектральный класс, класс светимости Ib, отождествлены сотни абсорбционных и эмиссионных спектральных деталей, определены параметры переменности их профилей и лучевой скорости. Отождествлены запрещенные эмиссии [N II] и [S II], наличие которых указывает на близость к фазе планетарной туманности, по положению стабильных профилей запрещенных эмиссий азота, кислорода, серы и железа определена системная скорость. Второе. Определение основных параметров для переменной V534 Lyr : температура, ускорение силы тяжести и измененный в ходе ее эволюции химический состав. Третье. Обнаружение у объекта V534 Lyr малоамплитудной переменности по линиям с высоким потенциалом возбуждения. Определение системной скорости. Обнаружение неизвестного ранее для этой звезды спектрального феномена: раздвоение профилей избранных абсорбций металлов в отдельные моменты наблюдений. Четвёртое. Вывод о несоответствии принадлежности V534 Lyr к стадии post-AGB, фигурирующей в ранее опубликованных статьях и ее классификация как пульсирующей звезды II-го типа населения в полосе неустойчивости вблизи горизонтальной ветви. Пятое. Изготовление атласа спектров в

интервале длин волн 3920-6720 Å для трех А-сверхгигантов с различным эволюционным статусом: массивный сверхгигант α Cyg, пекулярный сверхгигант с околозвездным диском 3 Pup и post-AGB звезда BD+48° 1220. Спасибо за внимание!

Председатель: Спасибо! Есть вопросы к докладчику? Иосиф Иванович Романюк.

Романюк И.И.: Романюк. САО. У меня вопрос по поводу вашего атласа. Если вы уверены, что ваши три звезды не переменны то, тогда всё понятно. А если переменны... Впрочем, я хочу спросить как организован ваш атлас?

Сендикас Е.Г.: У нас для сравнения специально взята звезда α Cyg, это стандартная звезда, поэтому можно если есть какие то сомнения опираться на неё. Эти звёзды тоже с активной атмосферой. Объекты вообще уникальные. Такие профили вы не встретите у других, можно просто по профилю отождествлять и поэтому, мы выбрали именно их.

Председатель: Виктор Леонидович Афанасьев.

Афанасьев В.Л.: У меня три вопроса. Первый, какую долю спектров, когда мы говорим о источнике IRAS, какую долю спектров вы сами получили?

Сендикас Е.Г.: Для этого объекта я не получал спектров, потому что последний спектр получен в 2013 году, когда я только в этом году устроился.

Афанасьев В.Л.: Второе, тоже самое касается V534 Lyr. Сколько спектров вы сами получили?

Сендзикас Е.Г.: Три спектра после 2013 года, 2013 и 2017 год.

Афанасьев В.Л.: И, наконец, про изготовление атласа. Вы из чего его изготавливали? Обычно из папье-маше что-то делают. То есть это на оригинальных наблюдениях построен атлас или на БТА, это нигде не прозвучало. Или это некая компиляция по литературе.

Сендзикас Е.Г.: Нет, эти наблюдения получены на БТА.

Афанасьев В.Л.: Всё, я понял, спасибо.

Председатель: Ясно, ещё вопросы коллеги? Моисеев вначале.

Моисеев А.В.: Там был по первому объекту, кажется слайд 13, был такой красивый Na. После Na самая правая абсорбция, которая в рукаве галактики внутри неё эмиссия. Это откуда она? Это ионосфера?

Сендзикас Е.Г.: Да, это ионосфера Земли.

Моисеев А.В.: А, всё понятно.

Председатель: Сотникова.

Сотникова Ю.В.: У вас в атласе три объекта и вы говорите об их уникальности какой-то, а чем принципиально они отличаются от объектов этого класса? Сравнительный анализ.

Сендзикас Е.Г.: Мы как раз-таки не гнались за принципиальными различиями, это характерная post-AGB звезда с активной атмосферой. У этих звёзд уникальные профили, сами объекты очень интересные.

Председатель: Можно я задам вопрос? Вот объект 01005, вы говорите, что линии переменные, профили гуляют, и возможная причина наличия спутника или сложные процессы в атмосфере. Если там есть спутник, то его масса должна быть достаточно приличной для того, чтобы влиять на смещение линий. Тогда его признаки должны быть видны в спектре. Поскольку это менее массивная звезда с меньшей массой, но она всё равно должна быть сравнима с главным компонентом.

Сендзикас Е.Г.: Мы не нашли прямого свидетельства наличия компонентов, поэтому не можем точно сказать.

Председатель: Ясно. Караченцев.

Караченцев И.Д.: Вы исследовали объекты на высоких склонениях +79, +48, +50, чем вызвано нордическое предпочтение.

Сендзикас Е.Г.: Эта диссертационная работа является частью большой программы по мониторингу высокоширотных объектов, именно с этим связано. Это такой эффект селекции получается.

Председатель: Власюк.

Власюк В.В.: Евгений Гедиминович, у вас было мало времени, может быть вы не всё рассказали, несколько фраз о методической стороне работы. Вы атлас составили и

отождествили, как это всё реально проходило? Какие модели использовались? Какие пакеты обработки?

Сендзикас Е.Г.: Для атласа мы использовали базу данных VALD, там есть подробный список линий, мы использовали другие литературные атласы, отождествляли линии. Это большая кропотливая работа, которая долгое время велась, и мы каждую линию обсуждали и вписывали в подробную таблицу. Линий очень много, если интересно - посмотрите. А для моделирования мы использовали программы WIDTH9 и SynthV.

Председатель: Глаголевский.

Глаголевский Ю.В.: Вы что-то упомянули о скрытой двойственности звезды, что это значит?

Сендзикас Е.Г.: Это значит, что природа переменности объекта IRAS 01005+7910 не до конца понятна, это может быть как скрытая двойственность, так и другая причина.

Председатель: Ещё один вопрос Афанасьев.

Афанасьев В.Л.: Евгений Гедиминович, у меня вопрос вот какой - для меня спектр немного необычный, мы более слабый наблюдаем во внегалактике. Вы говорите, что у вас разрешение около 60 000, в шкале скоростей около 5 км, но ваши спектры либо заглажены очень сильно, то что вы показывали, либо они с более низким разрешением. Проясните эту ситуацию.

Сендзикас Е.Г.: Для таких рисунков, которые демонстрируются, мы конечно немного сглаживаем, чтобы красивее смотрелось. А так они более шероховатые.

Афанасьев В.Л.: Когда мы смотрим на изменение профиля, мы видим, что у нас появляется какая то эмиссионная деталь либо расщепляется профиль. Насколько это значимо? Вот радиоастрономы, когда они рисуют свои красивые очень карты, они всегда рисуют разрешение своё. А здесь хорошо бы показать профиль вашей линии. Вот сколько у вас будет на этих данных км? Сглаживание оно ухудшает разрешение.

Сендикас Е.Г.: Мы используем сглаживание только для картинок, в работе мы не сглаживаем ничего, когда измеряем лучевые скорости или ширины. Когда мы производим измерения, мы ничего не сглаживаем.

Председатель: Так, всё, коллеги, нет больше вопросов? Нет! Спасибо, присаживайтесь. Слово предоставляется научному руководителю.

Клочкова В.Г.: Ничего если я немного сокращу? Было сказано главная причина актуальности исследования объектов, это принципиальная задача поиска изменения химического состава. Это уже классика, но эти объекты интересны многими своими проявлениями входе своей эволюции, например: известное, тут присутствующим, такое явление, как заново рождающиеся звёзды. Это как раз звёзды такого типа как post-AGB звёзды, очень маломассивные звёзды. Тут можно говорить много часов, но у меня нет этого времени. Так же процесс пульсаций которого мы тут немножко коснулись. Сложность исследования пульсаций этих объектов в том, что пульсации как правило малоамплитудные, то есть необходимы точные, вот такого типа наблюдательные данные. Потому что амплитуда пульсаций в километрах это 1-2, ну я уже не говорю, что здесь высокий темп потери вещества на этой стадии, за счёт чего идёт образование той мощной оболочки и сложноструктурированной оболочки, которая была продемонстрирована на слайде. Подчеркну также, что лет 30-35 назад, эти объекты не существовали как класс. Собственно, они появились даже не после того как спутник IRAS отлетал и выдал свои объекты, а после того как пошло отождествление этих объектов и, по сути дела, первые работы появились в девяностые годы по этим объектам и надо сказать, что мы тут успели,

подсуетились и успели на БТА и первая работа по детальному исследованию post-AGB объекта была сделана в CAO. Она опубликована в 1995 году. После этого пошла эта программа. Сложность программы в том, что образовавшиеся оболочки они газопылевые. То есть пыль поглощает вещество звезды очень активно. Звезды программы все они очень слабые, то что показал Евгений Гедиминович, это парочка звёзд не самых слабых в нашем списке, они обе малоисследованы, то что был задан вопрос почему звёзды на высоких широтах это действительно часть нашей программы. Это большая самостоятельная задача существования сверхгигантов на высоких широтах галактики. Некоторые присутствующие может быть помнят ту дискуссию, которую начинал ещё академик Парейский, для него и не только для него было совершенно непонятно, что такое гиганты на высоких галактических широтах, где их не должно быть. В течении нескольких лет в CAO мы исследовали сверхгиганты на высоких галактических широтах, это звёзды типа UU Her. Я перейду сейчас к диссертации. Работа Сендзикаса выполнена в рамках вот этой программы о которой я немножко поговорила. Она базируется, её прелесть в чём, на однородном и высококачественном материале. Использование большой коллекции наблюдательных данных, подавляющая часть которого получена соискателем и обработан весь массив соискателем. Это основная отличительная черта этой работы. Очень большой спектральный диапазон, который позволил исследовать линии, спектральные детали разного типа, формирующиеся на разных уровнях в атмосфере и оболочке звезды. На результатах этой работы ещё раз мы подчеркнули эффективность, важность метода долговременного мониторинга, который мы проводим 10-15 лет и только вот это даёт возможность получить принципиально новые выводы для каждого объекта программы. К примеру вот эта звезда V534 Lyr, ей посвящены по крайней мере 4 публикации по спектрам высокого разрешения, но народ не мог справиться, не мог понять, что это за звезда и здесь ставят только вопросы. Любые методы: спектроскопия высокого разрешения; инфракрасная фотометрия; инфракрасная спектроскопия. Вопросы. Эволюционный статус звезды неизвестен. И только вот то, спектральный мониторинг привёл нас к кое каким определённым выводам. По поводу используемых программ был ответ. Хочу отметить такой важный момент. Все разделы практической астрофизики, которые тут прозвучали в докладе, знания которых были необходимы для выполнения поставленных задач. То есть оптическая спектроскопия, моделирование оптических спектров, вопросы звёздного нуклеосинтеза для звёзд промежуточных масс, кинематическая картина Галактики, межзвёздной среды. Всё это было освоено соискателем, нашим аспирантом за 4 года обучения. так сложилось, его преддипломная

практика прошла не в САО и дипломная работа была далека от спектроскопии, спектроскопии звёзд в частности. Таким образом уже это указывает на достаточно хорошую работоспособность соискателя. То есть ему пришлось за эти 4 года освоить очень многое. Немного остановлюсь на исследуемых объектах не останавливаясь на деталях. В вопросах прозвучало некоторое недоумение поскольку объекты очень сложные. Хочу подчеркнуть такой момент, что это объекты с малой массой. Оба они. Вот звезда 01005 post-AGB звезда для которой статус подтверждён в частности и нашим исследованием. Обе звезды имеют массу меньше 0,6 массы солнца, они прошли такой долгий эволюционный путь, что потеряли практически всю свою массу. Поэтому вопрос о возможной двойственности 01005 он очень сложный на самом деле. Какую массу должен иметь спутник-компаньон, чтобы как то влиять на звезду? Может быть планета, но скорее всего это пульсационные процессы внутри атмосферы. Жаль, что здесь немножко не понятно, это конечно профили расширенные прежде всего этими кинематическими, динамическими процессами в атмосфере, тут же большая микротурбулентность, макротурбулентность и пульсационные проблемы. То есть тут спектральное разрешение в полной мере не проявлено, спектральное разрешение раз в 10-15 лучше чем на этих профилях. Это как раз сложность профилей у спектров этих звёзд. По поводу звезды V534 Луг мы по сути дела впервые сказали, что эта звезда находится не на post-AGB стадии, а на стадии около горизонтальной ветви. Что представляют собой звёзды на стадии горизонтальной ветви. Это звёзды тоже с массой 0,5, 0,6, 0,8. Положение на стадии горизонтальной ветви очень чувствительно к массе, чтобы это проиллюстрировать скажу так. Если звезда попадает на горизонтальную ветвь после вспышки гелия в ядре с массой 0,6 массы солнца, то она впоследствии имеет очень искаженный химический состав, она проходит классический трек, попадает в область клампа красных гигантов и выходит на асимптотическую ветвь, затем на post-AGB стадию. А вот звезда на 4-5 сотых меньше массы солнца проходит совершенно иной эволюционный путь, она петляет на диаграмме. И мы как раз считаем, что V534 Луг находится как раз на такой очень странной эволюционной стадии. Кстати пульсации, которые у этих звёзд, могут быть, они называются даже «странными пульсациями», «пульсациями в странной моде». Они не исследованы теоретически, потому что очень сложная структура строения звезды и очень сложный химический состав. В общем объекты сложные, но мы как то с ними справляемся. Перечисленные в работе подходы и выводы говорят о том, что наш соискатель является сложившимся исследователем, подчеркну прежде всего высокую степень самостоятельности проведенных исследований, самостоятельное выполнение

большой части программы. То есть в результате его деятельности в рамках этой диссертационной темы, его деятельность привела к формированию профессионального наблюдателя, который выполняет на телескопе программы других наблюдателей. Я думаю это одно из основных достижений нашего обучения в аспирантуре. У нас не так часто в CAO появляются профессиональные наблюдатели, которые идут и работают на телескопе. В целом считаю, что диссертация Сендзикаса является самостоятельным завершенным научным исследованием, достоверность выводов не вызывает сомнения, работа удовлетворяет всем требованиям предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор несомненно заслуживает присуждения искомой научной степени. Конечно ещё много нужно трудиться.

Председатель: Спасибо. Валентина Георгиевна дополнила выступление соискателя, многое прояснила. Коллеги, сейчас мы заслушаем отзыв организации, в которой выполнялась работа.

Секретарь: «Читает заключение CAO РАН».

Председатель: Спасибо. По диссертации, были отзывы на автореферат?

Секретарь: На автореферат отзывов не поступало.

Председатель: Тогда мы сейчас должны заслушать отзыв ведущей организации и ответы соискателя на замечания, если таковые имеются.

Секретарь: «Читает заключение ЮФУ».

Председатель: Пожалуйста, Евгений Гедиминович, ответьте на вопросы.

Сендзикас Е.Г.: Я хотел бы поблагодарить рецензента, хоть он здесь и не присутствует. На первый вопрос я частично ответил. Был такой вопрос, какие спектры получены мной? Мной получены все спектры, которые датируются после августа 2013 года. За это время мы получили около сотни спектров по программе мониторинга кандидатов в протопланетарные туманности. В частности там же получены спектры, которые использованы в работе. По поводу замечания про изначальные массы звезд: в параграфе 1.1, действительно, указаны разные стартовые граничные условия для post-AGB звезд, но это не ошибка, а мнения разных авторов (в тексте есть ссылки на их работы). Изучаемый класс объектов до конца не исследован и возможны отклонения от теории. К сожалению, в данной работе параграф 1.1 это не полный обзор по проблеме эволюции звезд данного типа, и какие то моменты были не освещены. Вопрос как определяли спектральный класс? Мы определяем спектральный класс по глубине и профилю спектральных линий. Сравниваем спектры с каталогами спектров подобных классов, данная оценка имеет высокую точность и не зависит от расстояния до объекта. Вопрос по массивным гипергигантам. Как показал Е.Л.Ченцов в своей диссертации на соискании степени д.ф-м.н., низкая скорость истечения присуща самым массивным звездам высокой светимости — гипергигантам. Замечание по альфа элементам. К элементам alpha-процесса относят легкие металлы от натрия до кремния и титана, синтез которых идет за счет присоединения alpha-частиц. Учитывая их происхождение, эти элементы делят на четные и нечетные, так как синтез нечетных элементов что идет в недрах массивных звезд в гидростатическом процессе. Это как раз Na, Al, P. А синтез четных чувствителен к избытку нейтронов и идет за счет взрывного процесса при взрывах SN II. С замечанием по не верной формулировке я согласен. С замечанием по аббревиатуре DIBs. Аббревиатура DIBs в тексте впервые встречается на странице 28 и там же есть её расшифровка. В последнем замечании я не вижу ошибки, там вроде всё правильно.

Председатель: Всё да? Спасибо. Коллеги, переходим к отзывам официальных оппонентов. Первый оппонент Алексей Сергеевич Расторгуев сегодня отсутствует. Я прошу Ольгу Николаевну зачитать его отзыв.

Секретарь: «Читает отзыв Расторгуева А.С.».

Председатель: Евгений Гедиминович, пожалуйста ответьте.

Сендзикас Е.Г.: Хотел бы тоже поблагодарить за работу, за высокую оценку. По поводу расстояния до звезды V534 Lyr. Оценка расстояния по GAIA хорошо согласуется с нашей классификацией звезды V 534 Lyr. Подчеркну, что V534 Lyr нельзя отнести к молодым звездам, поскольку атмосфера звезды обеднена металлами, обогащена гелием и азотом. Кроме того, особенности спектра и высокая скорость абсолютно не соответствуют молодому объекту.

Председатель: Всё да? Следующий оппонент Владислав Владимирович Шиманский. Присутствует. Пожалуйста ваш отзыв.

Шиманский В.В.: Я с вашего позволения буду в основном зачитывать. «Читает отзыв Шиманского В.В.» Здесь я хотел сделать небольшой комментарий. В диссертации в качестве основного результата вынесенного на защиту сказано, что данная звезда не лежит на стадии post-AGB и этот результат действительно бесспорен. Вот некоторые последующие рассуждения внутри диссертации внутри главы 4 они оказываются дискуссионными. Первое предположение, что объект лежит в полосе нестабильности, хотя его температура явно уводит объект далеко от полосы нестабильности. И второе предположение, что объект относится к виргинидам. Совершенно очевидно, что с виргинидами он не имеет вообще ничего общего. Они просто намного более холодные, чем этот объект и в общем то делать предположение о том, что это виргинида только на основании отсутствия избытка натрия, это по сути дела тоже самое, что сказать, что этот объект двойная система, разделённая только потому, что у него нет аккреции.

«продолжает читать отзыв Шиманского В.В.»

Председатель: Спасибо, Владислав Владимирович. Пожалуйста ответьте на замечания и вопросы.

Сендзикас Е.Г.: Выражаю благодарность рецензенту за проделанную работу, высокую оценку работы. Первое замечание: по первой главе. В Главе 1 действительно нет рисунков. Я согласен, что иллюстрации облегчили бы восприятие. Специализированные англоязычные термины являются устоявшимися выражениями, русская интерпретация которых могла бы только усложнить понимание. Согласен с замечаниями про отсутствие однотипности обозначений и с тем, что название раздела 1.5 не очень удачное. Про то, что раздел 3.3.2 «К проблеме двойственности и пульсаций...» не содержит результатов, с этим я согласен. Замечание 3 по поводу светимости. Выводов о светимости объекта в пункте 4.3.1 действительно не делается, выводы о светимости, спектральной классификации и типу переменности приводятся в пунктах 4.3 Обсуждение результатов и 4.4 Заключение. Данные GAIA хорошо согласуются с определенным нами эволюционным статусом и типом переменности. Замечание 4. Про эволюционный статус V534 Lyr. Судя по полученным нами параметрам, звезда лежит выше горизонтальной ветви. Известно, что на горизонтальную ветвь попадают звезды в большом диапазоне масс после гелиевой вспышки. Исследуемая звезда имела повышенную массу, т. к. на горизонтальной ветви она была на ее менее массивной (так называемой ВНВ) части. Звезда продвигается к стадии AGB, поэтому мы ставим задачу - для окончательного вывода о типе переменности V534 Lyr необходимо провести долговременный и детальный мониторинг. С мелкими недостатками я согласен. Ссылка у меня открывалась вчера, я не знаю в чём проблема.

Председатель: Спасибо. Садитесь пожалуйста, официальный оппонент, вы как, удовлетворены ответом?

Шиманский В.В.: Да да.

Председатель: Спасибо. Переходим к общей дискуссии, кто первым хотел бы высказаться. Ченцов.

Ченцов Е.Л.: Ченцов САО. Будучи с самого появления Жени здесь у нас, в нашей лаборатории я работал непосредственно рядом с ним как партнёр, я являлся соавтором нескольких работ, представленных здесь. Могу сказать, что за время своей аспирантуры он в хорошем темпе овладел как знаниями, так и навыками, необходимыми в нашей работе. В настоящее время он один из основных наблюдателей, также исполнитель первичной обработки спектров. Я хочу подчеркнуть две вещи: во-первых его добросовестность, большую трудоспособность и в общем факт в том, что мы имеем на сегодняшний день специалиста в области спектроскопии высокого разрешения и спектральной диагностики звёзд со сложными, протяжёнными, кривыми, не стабильными атмосферами. Остаётся пожелать ему расширения кругозора, чтобы он мог и на наши проблемы смотреть, так сказать под своим углом, а ещё лучше выявлять новые проблемы, ставить свои задачи. Конечно я призываю голосовать за присуждение ему учёной степени кандидата физико-математических наук.

Председатель: Спасибо. Кто ещё желает высказаться?

Ченцов Е.Л.: Прошу прощения. Я хочу. Это мелкая деталь, но она очень хорошо характеризует его скрупулезность и добросовестность. В одной из рецензий на одну из работ, было высказано предположение, что небольшая, слабенькая эмиссия натрия может быть связана с фонарями, хотя мы знаем, что в основном наши фонари ртутные, но тем не менее, Женя дал себе труд просмотреть целый ряд спектров, не только тех, которые в его работе, просто большой список спектров из нашего архива, с тем чтобы исследовать переменность этой маленькой детали, казалось бы что не всё ли равно, важно, что её нужно учитывать, а второе, что по ней можно оценивать ошибку систематическую лучевой скорости и подтвердил, что да это ионосфера, а не световое загрязнение.

Председатель: В выводах диссертации этого не сказано?

Ченцов Е.Л.: Это побочное, просто характеризует его как добросовестного исследователя.

Председатель: Романюк.

Романюк И.И.: Романюк САО. Исследование таких сложных спектров, которых мы видим в этой диссертации, есть и эмиссии и сложные профили линий поглощения и переменность, требует очень тщательной, очень высокой квалификации исследователя. То что наблюдательный материал получался больше 10 лет, конечно, это заслуга руководителя аспиранта и соискателя, потому что задача была поставлена такая. Только так можно найти двойственность, если есть какие то такие изменения циклические, может быть типом солнечного цикла. Таких работ как я понимаю в мире может быть и нет, потому что спектрографов высокого разрешения не так много в мире, а звезд разных типов много, поэтому такие исследования имеют большое научное значение. Я призываю членов учёного совета голосовать за эту диссертацию.

Председатель: Спасибо. Так, Афанасьев.

Афанасьев В.Л.: Я выскажу мнение о работе, но не буду делать призывов, у нас не митинг. Я много раз говорил, что кандидатская диссертация это квалификационная работа. В этом смысле качество квалификационной работы не вызывает никаких сомнений. Как у члена совета у меня есть свой взгляд на подобные работы, это наблюдательная работа. К сожалению, это следовало из моих вопросов, внимание к величине ошибок. В тексте диссертации было написано, что одной из трудностей сравнения спектров было разницей в отношении сигнал шум, они в разных условиях были приведены и вот это как раз таки не прозвучало, хотя очевидно, что этим занимался подзащитный. Очевидно, что данные заглаживались не для красоты, а для однородности сравнения. Рекомендация на будущее, более внимательно смотреть на ошибки. Говорить насколько полученный результат выше ошибок или разрешения или говорить о значимости результатов, хотя у меня лично впечатление о работе большее производит составление атласа, как это ни кажется удивительным. Почему? Потому, что очень мало работ где систематически пытаются

звёзды данного класса сравнить, тщательно отождествить, сказать, чем они похожи или не похожи на другое. И люди, которые приступают к исследованию звёзд того или иного типа как правило не располагают подобной информацией и вынуждены эту дорожку проходить сами либо пользоваться теми скудными атласами, которые есть. Хотя я не берусь утверждать, что атласов звёзд очень мало. Вот эта часть работы, мне кажется, наиболее значимо характеризует тщательность и добротность работы. Конечно работа безусловно заслуживает присуждения степени кандидата физ.-мат. Наук.

Председатель: Спасибо. Есть ещё желающие выступить? Ключкова.

Ключкова В.Г.: Ключкова САО. Я пару минут все-таки скажу о статье, результаты по которой вызвали наибольшую дискуссию. Звезда V534 Lyr, казалось бы, яркая звезда, для неё всё должно быть известно. Несколько раз приступали к исследованию её фотометрическим образом, не найдены никакие периоды. Сказано, что есть переменность, что за переменность не понятно. Это первое. Второе, что хочу сказать, в ответ на отзыв оппонента Шиманского, дополнить ответ соискателя. Здесь репликом звучала работа Муаса, Ламберта – это работа, в которой исследовано 2-3 десятка спектров яркие вегиниды и звёзды BL Her. Но это звёзды с определённым статусом, ни кто не сомневается, что это пульсирующие звёзды. Мы свою звезду не относим к этим звёздам, мы говорим, что наша звезда вышла к горизонтальной ветви, понятие нам уже известное. Горизонтальная ветвь у шаровых скоплений, но эта звезда входит. Что с ней будет происходить дальше? Пойдёт она сразу по асимптоте к своему месту, к гелиевой вспышке, то есть вернётся туда, на вершину асимптотической либо она начнёт петлять и несколько раз проходить полосу нестабильности, то никто не знает. Если бы мы прожили хотя бы 1000 лет, это характерное время переменности для таких звёзд, увидим что с ней будет. Она может несколько раз пересекать полосу нестабильности, становясь звездой BL Her потом переходить в звезду W Vir, но ещё один момент, вот то, что Слава говорил, что мы не можем считать звезду пульсирующей потому, что у неё температура 10 тысяч градусов. Пульсирующие стандартные звёзды действительно это температура под 7-8 тысяч градусов максимум, но звёзды с колоссальным дефицитом водорода пульсируют совершенно иначе. Есть пульсирующие звёзды с дефицитом водорода у которых температура $10^{4.7}$. Так что интересная звезда очень.

Председатель: Спасибо. Так. Желаящие высказаться есть? Нет. Тогда наверно хотел бы поблагодарить выступавшего сегодня соискателя, оппонента и членов совета за работу, хочу сказать, что работа носит явный такой наблюдательный оттенок. Хорошо, что в наших лабах появился ещё один опытный, квалифицированный специалист в этой области. Как удачно сказал Расторгуев, определённая шлифовка до какой степени шероховатости пока не понятно. Шлифовка теории далеко проэволюционировавших звёзд. Я присоединяюсь к мнению Виктора Леонидовича, что методологическая часть должна быть изложена и описана более подробно. Некоторые достаточно наивные высказывания. Страница 40 «мониторинг погоды. При наблюдения на НЭС мы поднимаемся на БТА, всего у меня насчитывается 141 подъём... Открытие купола это большой процесс в котором задействована бригада специалистов АСУ, механик, электрик...» это не то, что нужно писать в главе связанной с методологией наблюдения.

Афанасьев В.Л.: Это относится к романтике о которой тоскуют люди возле компьютера.

Председатель: Я присоединяюсь к мнению выступавших коллег. Считаю, что работа очень хорошая и она достойна присвоения искомой степени. Сейчас предоставляется заключительное слово соискателю.

Сендикас Е.Г.: Спасибо, что прослушали доклад. Хотелось высказать благодарность моему научному руководителю доктору физ.-мат. наук, профессору Ключковой Валентине Георгиевне, всей лаборатории астроспектроскопии, они мне помогали все, всем своим соавторам, отдельно хотел бы поблагодарить Ченцова Евгения Леонидовича, он многому меня научил. Спасибо за внимание!

Председатель: Так. Переходим к самому сложному делу. Выбор комиссии для подсчёта тайных голосов. Предлагается комиссия из трёх человек: Ковалёв, Моисеев и Сачков. Есть

другие мнения, коллеги? Нет. Прошу проголосовать за состав комиссии. Кто против? Кто воздержался? Принимается! Прошу дорогих наших коллег приступить к работе.

Председатель: Алексей Моисеев, пожалуйста.

Моисеев А.В.: Протокол номер 111 заседания диссертационного совета Д002.203.01 19 октября 2018. Состав избирательной комиссии Моисеев А.В. Ковалёв Ю.Ю., и Сачков В.Е., Комиссия избрана для подсчёта голосов по результатам голосования по диссертации Сендзикаса на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. Состав диссертационного совета утверждён в количестве 19 человек на срок действия номенклатур специальных астрономических работников приказом Мин. Обр. Науки России 2.11.12 года номер 174 НК. Состав комиссии изменён приказом Мин. Обр. Науки номер 92 НК 26.01.18 года. Присутствовало на заседании 17 членов совета, в том числе докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации - 16. Роздано бюллетеней 17, осталось не роздано - 2. Оказалось в урне 17 бюллетеней. Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени кандидата физ.-мат. наук Сендзикасу Е.Г.: "за" - 15, "против" - 0, недействительных – 2. Председатель счётной комиссии Моисеев, члены комиссии Сачков и Ковалёв.

Председатель: Члены учёного совета, кто за то, чтобы утвердить протокол? Прошу проголосовать! Кто против? Замечаний нет? Принимается. Спасибо! Теперь нам осталось подработать заключение. Какие есть мнения, коллеги? Кто успел прочитать?

(Члены совета обсуждают проект заключения)

Председатель: Все. Спасибо! Самое время утвердить заключение. Кто за? Прошу проголосовать! Кто против? Воздержавшихся нет. Спасибо! И теперь я думаю время поздравить.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.203.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
СПЕЦИАЛЬНОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 октября 2018 г. № 111

О присуждении Сендзикасу Евгению Гедиминовичу, Российская Федерация, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Спектроскопическое исследование далеко проэволюционировавших звезд» по специальности 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия» принята к защите 13 августа 2018 г., протокол № 109, диссертационным советом Д002.203.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Специальной Астрофизической Обсерватории Российской академии наук, Российская академия наук, 369167, КЧР, Зеленчукский район, п. Нижний Архыз.

Соискатель, Сендзикас Евгений Гедиминович, 1988 года рождения, в 2013 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», с 26.08.2013 г. по 26.08.2017 г. проходил обучение в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Специальной Астрофизической Обсерватории Российской академии наук, на данный момент работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории астроспектроскопии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Специальной Астрофизической Обсерватории Российской академии наук.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Специальной Астрофизической Обсерватории Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, заведующая лабораторией астроспектроскопии САО РАН, Ключкова Валентина Георгиевна.

Официальные оппоненты:

1. Расторгуев Алексей Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой экспериментальной астрономии физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;
 2. Шиманский Владислав Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент, Институт физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;
- дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация НИИ физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, в своем положительном заключении, подготовленном доктором физико-математических наук, профессором, ведущим научным сотрудником отдела радиофизики и космических исследований Научно-исследовательского института физики ЮФУ В.А.Марсаковым, подписанном кандидатом физико-математических наук, доцентом, заведующей кафедрой физики космоса физического факультета ЮФУ И.А. Ачаровой, указала, что диссертация является законченным научным исследованием, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия», а ее автор Е.Г. Сендзикас безусловно заслуживает присуждения ему искомой степени.

Соискатель имеет 5 работ, опубликованных в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК. В т.ч. 4 работ опубликовано по теме диссертации. Соискатель имеет 4 опубликованные работы по теме диссертации (общим объемом 57 страниц), напечатанных в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК. Наиболее значимые научные результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Klochkova, V.G. Spectral Variability of the IR Source IRAS 01005+7910 optical component / V.G. Klochkova, E.L. Chentsov, V.E. Panchuk, E.G. Sendzikas, M.V. Yushkin // Astrophysical Bulletin. - 2014. - V.69. - P. 439-453.
2. Klochkova, V.G. Spectral atlas of A-type supergiants / V.G. Klochkova, E.G. Sendzikas, E.L. Chentsov // Astrophysical Bulletin. - 2015. - V. 70. - P. 89-108.

3. Sendzikas, E.G. Interstellar and circumstellar medium in the direction to IR source IRAS 01005+7910 / E.G. Sendzikas // Astrophysical Bulletin. - 2016. - V. 71. - P. 75-81.

4. Klochkova, V.G. On the evolutionary stage of high-latitude variable V534 Lyr / V.G. Klochkova, E.G. Sendzikas, E.L. Chentsov // Astrophysical Bulletin. - 2018. - V. 73. - P. 54-68.

На автореферат отзывы не поступили.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается темой исследования, высокой компетентностью в вопросах, рассматриваемых в диссертационной работе.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- для центральной звезды ИК-источника IRAS 01005+7910 определены спектральный класс $B1.5\pm0.3$, класс светимости Ib, отождествлены сотни абсорбционных и эмиссионных спектральных деталей, определены параметры переменности их профилей и лучевой скорости. Отождествлены запрещенные эмиссии [N II] и [S II], наличие которых указывает на близость к фазе планетарной туманности, по положению стабильных профилей запрещенных эмиссий [N I], [N II], [O I], [S II] и [Fe II] определена системная скорость IRAS 01005+7910 $V_{\text{sys}} = -50.5$ км/с;
- Определены основные параметры для переменной V534 Lyr : светимость $M_V \approx -5.3^m$, температура $T_{\text{eff}} \approx 10500$ К и измененный в ходе ее эволюции химический состав;
- Обнаружены неизвестные ранее для V534 Lyr спектральные феномены: раздвоение профилей у избранных низковозбужденных абсорбций металлов в отдельные моменты наблюдений ($\Delta V_l = 20-50$ км/с) и малоамплитудной переменности скорости по линиям с высоким потенциалом возбуждения. Определение системной скорости $V_{\text{sys}} \approx -125$ км/с ($V_{\text{lsr}} \approx -105$ км/с);
- Подготовлены атласы спектров в интервале длин волн 3920-6720 Å для трех A-сверхгигантов с различным эволюционным статусом: массивный сверхгигант α Cyg, пекулярный сверхгигант с околос звездным диском 3 Pup и post-AGB звезда BD +48°1220.

Теоретическая значимость диссертационной работы обоснована тем, что соискателем исследованы малоизученные звёзды промежуточных масс находящиеся на

поздних стадиях эволюции с применением моделирования их оптического спектра. Проведенный анализ спектроскопических данных для центральной звезды ИК-источника IRAS 01005+7910 привел к определению спектрального класса $B1.5\pm 0.3$, класса светимости Ib. Отождествлены сотни абсорбционных и эмиссионных спектральных деталей, определены параметры переменности их профилей и лучевой скорости. На основе анализа спектроскопических данных V534 Lyr сделан вывод о несоответствии принадлежности этой звезды к стадии post-AGB. Предложена ее классификация как переменной звезды II-го типа населения, находящейся выше горизонтальной ветви. Результаты выполненного теоретического моделирования оптического спектра высокоширотной переменной V534 Lyr с определением её параметров важны для дальнейшего теоретического исследования далеко проэволюционировавших звезд промежуточных масс.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- для выполнения поставленной задачи на 6-метровом телескопе БТА в сочетании с эшелльным спектрографом НЭС получена коллекция высококачественных спектров двух малоизученных звезд;
- в работе показано, что сочетание многолетнего спектрального мониторинга высокого разрешения с численным моделированием звездных атмосфер наиболее успешно решает следующие задачи для звезд промежуточных масс: надежное определение фундаментальных параметров звезды и фиксация эволюционного статуса; детальное определение содержания химических элементов в атмосфере пекулярных сверхгигантов; анализ кинематического состояния атмосферы и оболочки, а также временных изменений, обусловленных пульсациями, ветром, истечением протяженных атмосфер;
- особую значимость имеет создание атласа спектров А-сверхгигантов, существенно различающихся по массе и стадии эволюции. Наблюдаемые свойства этих звезд также принципиально различаются, что обеспечивает актуальность сравнения их оптических спектров. Большой диапазон волн и высокая спектральная точность атласа может использоваться для моделирования спектров А-звезд разных типов и для отождествления линий в спектрах звезд близкого спектрального класса.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность опубликованных результатов обусловлена использованием однородной коллекции высококачественных спектральных данных, полученных на 6-метровом телескопе в сочетании с эшелльным спектрографом. Все спектры обработаны с применением общепризнанных методов и программ. Анализ спектров выполнен в рамках моделей атмосфер с использованием сетки моделей Куруча, широко известных и ранее протестированных. Все основные результаты опубликованы в рецензируемых журналах.

Личный вклад автора во всех статьях равен вкладу других соавторов. Автор участвовал в проведении наблюдений на 6-метровом телескопе, проводил первичную обработку двумерных эшелле кадров данных со спектрографа НЭС с помощью контекста ECHELLE пакета MIDAS, а также позиционные и спектрофотометрические измерения в одномерных экстрагированных спектрах с помощью пакета DECH20t; определял параметры моделей звёздных атмосфер, проводил расчеты содержаний химических элементов выполнены с помощью пакета WIDTH9, выполнял расчеты моделей атмосфер и синтетических спектров с помощью программ SynthV (эти программы основаны на моделях Куруца и адаптированы к среде OS Linux); участвовал в обсуждении результатов, в подготовке статей.

На заседании 19 октября 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Сендзикасу Евгению Гедиминовичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования, диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 16 докторов наук по специальности 01.03.02, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 15, против 0, недействительных бюллетеней 2.

Председатель диссертационного
совета, Академик РАН



Балега Ю.Ю.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Шолухова О.Н.

19 октября 2018 г.