

СТЕНОГРАММА

заседания диссертационного совета Д002.203.01

протокол №126 от 6 декабря 2021 г.

Председатель:

доктор физ.-мат. наук,
профессор, академик РАН
Балега Юрий Юрьевич

Ученый секретарь:

кандидат физ.-мат. наук
Шолухова Ольга Николаевна

Состав совета - 20 человек, присутствуют — 15:

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., Бескин Г.М. 01.03.02
д.ф.-м.н., Васильев Е.О. 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., Левшаков С.А. 01.03.02
д.ф.-м.н., Макаров Д. И. 01.03.02
д.ф.-м.н., Мингалиев М.Г. 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., Романюк И.И. 01.03.02
д.ф.-м.н., Трушкин С.А. 01.03.02
д.ф.-м.н., Фабрика С.Н. 01.03.02

Председатель:

Как все догадались уже идёт запись. Дорогие коллеги, у нас кворум нашего совета 15 человек, кворум есть: поэтому давайте начинать работу. У нас сегодня вторая диссертация, которую мы должны рассмотреть: Соловьева Юлия Николаевна «Ярчайшие звёзды за пределами Местной группы галактик». Работы выполнена на соискание кандидата физико-математических наук, в автореферате всё хорошо отражено. Работы выполнена в Специальной астрофизической обсерватории, научный руководитель Сергей Николаевич Фабрика, официальные оппоненты — доктор физ.-мат. наук, зав. Кафедрой экспериментальной астрономии физфак МГУ Расторгуев, и доктор физ-мат наук, ведущий научный сотрудник Крымской астрофизической обсерватории Тарасов Анатолий Евгеньевич. Ведущая организация — Казанский Приволжский федеральный университет. Прошу ситуацию с документами соискателя нам объяснить.

Секретарь:

С документами всё в порядке. Кандидат готов к защите.

Председатель:

Нет вопросов по формальной части? Нет. Тогда, коллеги, приступаем к защите, научный доклад соискателя 20 минут. Прошу, Вам слово.

Соловьева Ю.Н.:

Всем добрый день. Поиск и изучение массивных звёзд представляет собой одну из самых актуальных задач современной астрофизики. Их эволюция коротка в сравнении с временем жизни галактик, однако, они сильно влияют на их химическую эволюцию, обогащая межзвёздную среду тяжёлыми элементами, которые образуются на финальных стадиях эволюции этих звёзд.

Массивные звёзды являются ярчайшими объектами, видимыми в нашей и других галактиках. К ним относятся в частности яркие голубые переменные (или звёзды типа LBV), жёлтые гипергиганты, В[e]-сверхгиганты, звёзды Вольфа Райе и некоторые другие. Все эти типы звезд характеризуются высокими темпами потери вещества. На фоне перечисленных типов LBV звёзды выделяются своей сильной фотометрической и спектральной переменностью. Данное диссертационное исследование преимущественно посвящено поиску и изучению именно LBV звёзд.

LBV звёзды - это ярчайшие массивные звёзды, сошедшие с главной последовательности. Для них характерны два основных типа переменности - это гигантские вспышки амплитудой более 2.5 звёздных величин, при которых полная светимость звезды не сохраняется, и переменность типа S Dor амплитудой менее 2.5 звёздных величин, при

которой болометрическая светимость звезды остается приблизительно постоянной. В спектре LBV звёзды в зависимости от температуры фотосферы наблюдаются различные линии, среди которых широкие линии водорода эмиссионные, эмиссионные линии ионизованного железа, в том числе и запрещённые, нейтрального и ионизованного гелия, кремния, азота, углерода и многие другие, часто имеющие профили типа P Cygni.

В классическом представлении LBV звёзды соответствуют короткой стадии перехода от массивных O-звезд к звездам Вольфа-Райе или непосредственно к сверхновым. Однако некоторые авторы полагают, что к феномену LBV может приводить эволюция двойных систем с обменом масс.

На сегодняшний день известно около 40 LBV звезд в нашей и других галактиках, преимущественно принадлежащих Местной группе. При этом известно лишь несколько LBV и LBV-кандидатов за пределами 1 мегапарсека.

Малое количество подтверждённых звёзд этого типа оставляет нерешёнными ряд связанных с ними проблем. В частности, нет окончательных ответов на вопросы о происхождении феномена LBV, их эволюционном статусе, а также связи с другими звёздами высокой светимости. Именно поэтому поиск и изучение новых LBV звёзд, в том числе и в галактиках за пределами Местной группы, является актуальной задачей.

Целью данной работы являлся поиск и исследование ярчайших звёзд за пределами Местной группы галактик, и были поставлены следующие задачи:

- 1) Отбор эмиссионных объектов–кандидатов в LBV звёзды в галактиках за пределами Местной группы на основе спектральных данных, полученных на телескопах БТА и SALT;
- 2) Фотометрические измерения наиболее перспективных кандидатов по архивным оптическим данным космического телескопа имени Хаббла, а также архивным и новым данным наземных телескопов. Получение новых спектров кандидатов;
- 3) Фотометрия выделенных кандидатов с целью поиска и исследования их пылевых оболочек по имеющимся архивным инфракрасным данным, полученным на космических телескопах Spitzer и телескопе имени Хаббла;
- 4) Получение оценки межзвёздного поглощения по наблюдаемым спектрам туманностей вблизи выделенных кандидатов;
- 5) Оценка фундаментальных параметров отобранных кандидатов: температуры фотосферы и болометрической светимости. Оценка масс звёзд на основе сравнения их положения на диаграмме «температура–светимость» с эволюционными треками звёзд различной массы;

б) Оценка возраста звёздного окружения выбранных LBV-кандидатов путём сравнения их положения на диаграмме «показатель цвета–звёздная величина» с изохронами разного возраста.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы.

В главе 1 приводится описание используемых в работе наблюдательных данных, приборов и методов наблюдений, а также обработке этих данных. Кроме того, в этой главе приводится описание методики отбора объектов исследования.

Отбор объектов выполнялся по архивным данным космического телескопа имени Хаббла. Он был выполнен сотрудниками лаборатории физики звёзд САО РАН. Подробно я не буду останавливаться на методике отбора, поскольку она описана к тексту диссертации. Спектры некоторых выбранных объектов были получены на телескопах БТА и SALT. Далее был произведен отбор спектров объектов, содержащих линии, характерные для LBV звёзд и других звёзд высокой светимости. В данном диссертационном исследовании представлены результаты изучения девяти LBV-кандидатов в галактиках NGC4736, NGC247 и NGC4449.

На слайде показаны выбранные объекты в перечисленных галактиках и ориентации щелей во время спектральных наблюдений. Также на слайде перечислены приборы, которые использовались во время спектральных и фотометрических наблюдений.

В главе 2 описываются результаты спектроскопии выбранных объектов по данным БТА, SALT и Subaru. Также в этой главе представлены результаты фотометрии изучаемых звёзд по данным наземных и космических телескопов. Во всех спектров объектов содержатся линии водорода с широкими крыльями. Практически во всех спектрах наблюдаются линии ионизованного железа, в том числе и запрещённые, линии нейтрального гелия и некоторые другие. Часто в спектрах линии имели профили типа P Cygni. Как например, в спектрах, которые приведены на слайде. Это объекты, которые классифицированы как LBV кандидаты, у них наблюдается фотометрическая переменность, но спектральная переменность пока не была обнаружена.

К сожалению, не во все ночи погодные условия позволяли получать спектры с высоким отношением сигнал-шум, из-за чего некоторые классификационные линии, как например запрещённые линии нейтрального кислорода и ионизованного кальция, которые наблюдаются в спектрах В[e]-сверхгигантов или жёлтых гипергигантов, не удалось задетектировать, из-за чего классификация таких объектов была затруднена. И на слайде как раз показан спектр с низким отношением сигнал-шум звезды в галактике NGC 4449.

Далее на слайде показаны спектры объекта в галактике NGC 4449, который показал как спектральную, так и фотометрическую переменность. Также у этой звезды наблюдалось изменение цвета (B-V) от изменения блеска в полосах B и V, которое характерно для подтверждённых LBV звезд, и которое отражает повышение температуры при понижении блеска звезды в течение цикла переменности S Doradus. На основании спектральной и фотометрической переменности этот объект был классифицирован как LBV звезда.

На следующем слайде приведен спектр звезды из галактики NGC 247. Этот объект не показал сильной фотометрической переменности, а в его спектре наблюдаются линии ионизованного железа, образующихся при разрешённых и запрещённых переходах, запрещенные линии нейтрального кислорода и ионизованного кальция, о которых говорилось выше. Эти линии характерны для спектров B[e]-сверхгигантов и отражают внутренние области их дисков.

В главе 3 приводятся результаты определения фундаментальных параметров изучаемых объектов, и их классификация.

В зависимости от имеющихся данных для определения температуры фотосфер применялись разные методы. В частности, для объектов в галактике NGC 4736 температура оценивалась грубо по спектральным линиям, вернее по их соотношению. Также для этих объектов имелся ограниченный набор фотометрических данных в полосах B и V, поэтому для двух звёзд, для которых была определена величина межзвёздного поглощения, температура также оценивалась из определения их нормального цвета. Для остальных же объектов имелись фотометрические данные в широком диапазоне длин волн, из-за чего была возможность анализировать их спектральные распределения энергии. Практически во всех случаях распределения энергии были аппроксимированы чернотельным законом с учётом межзвёздного поглощения, величина которого варьировались в пределах диапазона, который был определён из спектроскопии.

И на слайде показаны результаты аппроксимации спектрального распределения энергии B[e]-сверхгиганта в галактике NGC 247, о котором я говорила ранее. У этой звезды наблюдается избыток ИК излучения в области 2-5 микрон, который, вероятно, связан с присутствием газо-пылевой оболочки (или диска) вокруг звезды. Температура этой оболочки оценивалась путем добавления в аппроксимацию дополнительного компонента чернотельного излучения. И на основании наблюдаемого ИК избытка, а также наблюдаемых в спектре запрещённых линий железа, кислорода и кальция этот объект был классифицирован как B[e]-сверхгигант.

На следующем слайде приведено распределение энергии LBV звезды в галактике NGC 4449 и ее кривая блеска. Слева показаны результаты совместной аппроксимации распределения энергии звезды в двух состояниях яркости при постоянном значении болометрической светимости. Несмотря на то, что спектр объекта получить не удалось в виду его низкой яркости, он был классифицирован как LBV звезда на основании сильной фотометрической переменности и изменения формы спектрального распределения энергии.

Далее показаны результаты аппроксимации распределения энергии в двух состояниях еще одной LBV звезды в галактике NGC 4449. Удовлетворительный результат здесь был достигнут только для более горячего состояния, в то время как описание спектра в более холодном состоянии чернотельным законом затруднено из-за имеющегося бальмеровского скачка в спектре этой звезды. По этой причине для описания холодного состояния этой звезды использовался код CMFGEN, где рассчитывалась модель этого спектра. Параметры модели представлены на слайде. Также здесь показано сравнение модели с наблюдаемым распределением энергии и непосредственно со спектром.

Начальные массы исследуемых звезд оценивались из сравнения их положений на диаграмме температура-светимость с эволюционными треками массивных звёзд, вычисленными для значений металличности, соответствующих металличностям галактик. Здесь слайде показана диаграмма для объектов в NGC 4449.

Из диаграммы следует, что объект с наименьшей светимостью имеет начальную массу порядка 20 масс Солнца, и звезды с такими массами в процессе своей эволюции проходят стадию красного сверхгиганта, причем она предшествует стадии LBV. Звезда с наибольшей светимостью имеет наибольшую начальную массу порядка 100 масс Солнца. Темп потери массы, который характерен для столь массивных звезд, позволяет им миновать стадию красного сверхгиганта и эволюционировать в звезду Вольфа-Райе. Значения масс остальных двух кандидатов лежат между указанными крайними значениями. Таким образом, массы всех объектов галактики NGC 4449 достаточны для прохождения стадии LBV в процессе своей эволюции. Также стоит отметить, что звезды этой галактики, которые изучались в данной работе, занимают то же самое положение на диаграмме, что и подтвержденные LBV звезды. Здесь как раз показаны красными кружками положения LBV звезд в галактиках M33 и M31.

В результате определения параметров получены значения, которые показаны на слайде. Кроме того, для 8 объектов получены оценки межзвёздного поглощения по наблюдаемым потокам водородных линий бальмеровской серии окружающих объекты

туманностей. И на основании полученных параметров, наблюдаемых спектров и поведении блеска была проведена классификация объектов, в результате чего было обнаружено три новых LBV звезды, четыре LBV-кандидата, один B[e]-сверхгигант и один кандидат в B[e]-сверхгиганты.

В четвертой главе приведены результаты оценки возраста звёздного окружения кандидатов в галактиках NGC 247 и NGC 4449 по архивным данным космического телескопа имени Хаббла. Оценка возрасте для объектов в галактике NGC 4736 получена не была, поскольку объекты имеют довольно скудное звёздные окружение. На архивных изображениях телескопа имени Хаббла выделялось по две области вблизи изучаемых объектов. Большая и малая области выбраны с целью проверить нет ли систематической разницы между возрастом локальной группы звёзд (вокруг объекта) и всей области звездообразования. В случае отсутствия такой разницы, оценкой возраста звёздного окружения считалось значение, соответствующее возрасту всей области звездообразования. Далее была проведена psf фотометрия звезд выделенных областей, и построена диаграмма показатель цвета — звёздная величина, и для определения возрастов звёзд выделенных областей использовались изохроны, которые учитывались за поглощение.

На слайде показаны диаграммы показатель цвет-звёздная величина для звёзд галактики NGC 247. Можно заметить, что какого-либо различия в положениях звезд малой и большой области нет, поэтому можно считать, что возраст звёзд в этих областях приблизительно одинаковый. Из диаграмм следует, что в этих областях присутствуют звёзды разного возраста, что указывает на непрерывность процесса звездообразования. При этом положение большего числа молодых звёзд хорошо описывается изохронами с возрастом 5-10 млн. лет.

Положения, выносимые на защиту, следующие:

1) Открытие трёх новых LBV звёзд на основе спектрофотометрической переменности или сильной переменности блеска в галактиках NGC 4736 и NGC 4449 за пределами Местной группы. Обнаружение четырёх LBV – кандидатов в галактиках NGC 4736, NGC 247 и NGC 4449, два из которых демонстрируют фотометрическую переменность;

2) Обнаружение B[e]-сверхгиганта в галактике NGC 247 и кандидата в B[e]-сверхгиганты в галактике NGC 4449. В спектре B[e]-сверхгиганта наблюдаются все классификационные особенности, характерные для данного класса объектов: запрещённые линии [Fe II], [O I] и [Ca II], а также избыток излучения в ИК диапазоне, связанный с наличием тёплой пыли.

Спектральное распределение энергии кандидата характеризуется значительным вкладом свободно – свободного и свободно – связанного излучения, формирующегося в ионизированной околозвёздной оболочке;

3) Результаты исследования возрастов звёздного окружения LBV звёзд, LBV-кандидатов, B[e]-сверхгиганта и кандидата в B[e]-сверхгиганты в галактиках NGC 247 и NGC 4449. Определение величины межзвёздного поглощения для 8 обнаруженных звёзд в галактиках NGC 4736, NGC 247 и NGC 4449 на основе наблюдаемого Бальмеровского декремента окружающих туманностей;

4) Результаты определения фундаментальных параметров обнаруженных звёзд: получены оценки температуры и болометрической светимости. Для LBV-кандидата и B[e]-сверхгиганта в галактике NGC 247 оценены температуры окружающих газопылевых оболочек.

Новизна состоит в следующем:

1) В результате спектроскопических и фотометрических исследований обнаружены три новых LBV звезды и четыре LBV-кандидата в галактиках за пределами Местной группы. У двух LBV звезд обнаружены как спектральная, так и фотометрическая переменность. У третьей LBV звезды найдена сильная фотометрическая переменность;

2) Обнаружено, что у новой LBV звезды в галактике NGC 4736 наблюдается характерный для подтвержденных LBV звезд вид зависимости цвета B-V от изменения блеска, который отражает рост температуры фотосферы с уменьшением блеска звезды;

3) Обнаружена значительная фотометрическая переменность у нового LBV кандидата в галактике NGC 247;

4) На основе спектроскопии и исследовании спектральных распределений энергии обнаружены новый B[e]-сверхгигант и кандидат в B[e]-сверхгиганты в галактиках за пределами Местной группы;

5) Для восьми объектов получены оценки межзвёздного поглощения;

6) Новыми также являются результаты фотометрии в инфракрасном диапазоне для пяти объектов по архивным данным космических телескопов им. Хаббла и Spitzer. У трёх объектов обнаружены избытки инфракрасного излучения, причём установлено, что в случае

двух из них, предположительно, источников инфракрасного излучения являются околозвёздные газопылевые оболочки;

7) На основе спектральных распределений энергии и спектроскопии определены фундаментальные параметры всех исследуемых в работе объектов. Получены оценки температур фотосферы, болометрических светимостей и масс объектов. Для звёзд галактики NGC 247 получены оценки температуры окружающих газопылевых компонент;

8) Получены оценки возраста звёздного окружения объектов в галактиках NGC 247 и NGC 4449;

Результаты работы были представлены на восьми всероссийских и международных конференциях, а также изложены в семи статьях, три из которых опубликованы в рецензируемых журналах.

Личный вклад автора состоит в том, что автор работы принимал активное участие в подготовке программ наблюдений и наблюдениях на телескопе БТА САО РАН, и подготовке к наблюдениям на телескопе SALT. Автор является заявителем наблюдательных программ на телескопах БТА и Цейсс-1000. Обработка наблюдательных данных, фотометрия по данным наземных и космических телескопов выполнены автором. Оценка фундаментальных параметров изучаемых звёзд выполнены совместно с соавторами. Во всех работах автор внёс равноценный вклад в обсуждение и интерпретацию результатов, а также определяющий вклад в подготовку статей к публикации. У меня всё.

Председатель:

Так коллеги, вопросы и, соответственно, ответы. Кто из присутствующих хочет задать вопросы к докладчику? Пожалуйста, сначала Левшаков.

Левшаков С. А.:

Спектры звёзд, которые вы показывали, в этих спектрах есть какие-то намёки на P Cyg? Это первый вопрос. И второй вопрос — ширины линий тепловые, турбулентные, что-нибудь можете прокомментировать: ширины этих эмиссионных линий, чем их можно охарактеризовать? Почему уширяются линии?

Соловьева Ю. Н.:

К сожалению, ширины линий мы не определяли, поскольку у нас не очень высокое спектральное разрешение и имеется довольно большой вклад окружающих туманностей.

Председатель:

Так, а первый вопрос? Про P Cyg профили.

Соловьева Ю. Н.:

На текущем слайде как раз приведены спектры, в которых линии имеют профили типа P Cyg, особенно это хорошо заметно на верхнем спектре, который был получен на телескопе Subaru.

Васильев Е. О.:

Достаточно простой вопрос может быть, я не знаю. Собственно вопрос в том, что, определялась ли металличность этих звёзд или нет? Или содержание отдельных элементов, Fe/H, кислород, что-нибудь такое?

Соловьева Ю. Н.:

Ну это возможно только, наверное, при моделировании детальном спектров звёзд. Мы не определяли металличность, и для каких-либо расчётов, например, для определения масс объектов или же для оценки возрастов звёздного окружения мы использовали значения металличности, которые представлены в литературе.

Председатель:

Валентина Георгиевна, с места говорите.

Клочкова В. Г.:

Я хочу сказать, что задача, конечно, жутко тяжёлая, поскольку там далёкие объекты, галактики, и объекты сами по себе очень тяжёлые — LBV и звёзды с B[e] феноменом, сверхгиганты с феноменом B[e], это по сути дела пересекающиеся выборки. Вопрос мой заключается в том, какой главный критерий вы использовали для разделения выборок?

Председатель:

Понятен вопрос?

Соловьева Ю.Н.:

Да. Прежде всего, это различия в спектрах. Например, для В[e]-сверхгигантов есть определённые спектральные критерии: это наличие запрещённых линий ионизованного железа, а также запрещённых линий нейтрального кислорода и ионизованного кальция, которые обычно не наблюдаются в спектрах LBV звёзд, а также присутствие инфракрасного избытка в спектральном распределении.

Клочкова В. Г.:

Понятно, но у той, и той выборки есть это всё.

Соловьева Ю.Н.:

Поэтому еще и фотометрическая и спектральная переменность.

Клочкова В. Г.:

Вот это, наверное, скорее.

Соловьева Ю.Н.:

Да-да, скорее, это важнее.

Председатель:

Так, Пустильник.

Пустильник С. А.:

Юлия, у меня такой вопрос. Вот у вас выделены кандидаты LBV только по фотометрической переменности 0.8 величины. А вот насколько безальтернативная интерпретация, среди таких массивных звёзд есть ещё другие типы с сильной переменностью? То есть насколько это определённо?

Соловьева Ю. Н.:

LBV являются наиболее переменными из подобных звёзд, поэтому, скорее всего, он является кандидатом в LBV звёзды. Кроме того, здесь наблюдаются как раз характерные для LBV звёзд профили типа P Cуг, что указывает на истечение вещества.

Председатель:

У обоих объектов исключительно переменность была? Это главный критерий?

Соловьева Ю. Н.:

Да.

Председатель:

Так, Моисеев.

Моисеев А. В.:

Так, скажите пожалуйста, в спектрах вы как-то вычитали подстилающую галактику или он незначителен и можно, в общем-то, с ним не работать?

Соловьева Ю. Н.:

Мы старались учесть вклад окружения, соответственно, вклад галактики тоже. Для этого мы использовали программу для экстракции спектров, разработанную в нашей лаборатории, и она достаточно хорошо учитывает загрязняющие вклады.

Председатель:

Игорь Дмитриевич, пожалуйста.

Караченцев И. Д.:

У меня вопрос по стратегии поиска таких объектов, и о полноте того, что получается. Три галактики, которые вы исследовали, они находятся на расстоянии примерно 4 мегапарсека. У всех у них имеются хаббловские снимки, которые вы использовали, но таких галактик, отснятые опять же на Хаббле, на таком расстоянии десятки и десятки. Вот, скажем, вы взяли NGC 247. У этой галактики угловые размеры примерно 20 угловых минут, а размер

хаббловского поля 3 минуты, то есть вы имеете покрытие малой части этой галактики. А, скажем, NGC 4449, там есть такая же активная по звездообразованию галактика NGC 4490. Нет ли здесь какой-то такой вкусовщины, как изюм выбирать из булочки, то, что нравится, или есть какой-то стройный план, и можно оценить полноту? Я имею в виду на примере шаровых скоплений. Шаровые скопления, опять же по хаббловским снимкам исследовались в большом количестве галактик, и, скажем, установлено, что мат ожидание порядка 1 обнаружить скопление для галактик с абсолютной величиной -15. Можно ли какой-то похожий параметр для получить из тех данных, которые вы использовали?

Соловьева Ю. Н.:

Во-первых, мы использовали имеющиеся данные, которые были на телескопе имени Хаббла, и получалось, что не во всех случаях данные покрывали всю галактику, соответственно, выборка здесь неполная. А насчёт мат. ожидания — мы его не оценивали, поэтому ничего сказать не могу.

Председатель:

Понятен ответ, Игорь Дмитриевич?

Караченцев И. Д.:

Более-менее.

Председатель:

Еще вопросы, коллеги? Валентина Клочкова.

Клочкова В. Г.:

Меня вот немножко удивило, пожалуйста, поясните: почему у Вас находится больше LBV звёзд, чем В[e]? Вот в нашей галактике, мы её лучше знаем, обычно наоборот: крайне редко встречаются LBV, а В[e] звёзды более привычны. Как Вы это объясните, это селекция наблюдений или какой-то другой физический есть аргумент?

Соловьева Ю.Н.:

Это, скорее всего, случайность, потому что вероятность встретить LBV или B[e]-сверхгигант примерно одинакова. Просто так вышло.

Пустильник С. А.:

Малая статистика.

Соловьева Ю.Н.:

Да.

Председатель:

Понятно. Еще вопросы, коллеги? Нет больше вопросов, спасибо большое . Теперь заслушаем научного руководителя. Сергей Николаевич Фабрика, пожалуйста.

Фабрика С.Н. :

(читает отзыв руководителя)

Председатель:

Спасибо, Сергей Николаевич. Ну что ж, теперь заслушаем заключение с места выполнения работы.

Секретарь:

(читает отзыв с места выполнения работы)

Я не буду зачитывать содержание диссертации и перейду к тому, что происходило на учёном совете.

(читает отзыв с места выполнения работы)

Председатель:

Спасибо. Ольга Николаевна, были отзывы на автореферат?

Секретарь:

Отзывов на автореферат не поступало.

Председатель:

Тогда заслушаем отзыв ведущей организации.

Секретарь:

(читает отзыв ведущей организации)

Переходим сразу к недостаткам, которые были отмечены в этом отзыве.

(читает отзыв ведущей организации)

Председатель:

Юлия Николаевна, Вам надо ответить на вопросы, пожалуйста.

Соловьева Ю. Н.:

Во-первых, я хотел бы поблагодарить ведущую организацию за отзыв, и приступить к ответам на замечания. Касательно обоснованности применения чернотельного приближения для описания спектрального распределения энергии для объектов, имеющих сложную структуру атмосферы. Начнём с того, что в качестве начального приближения излучение абсолютно черного тела подходит для большого числа объектов. Однако, с учетом наличия у наших изучаемых звезд атмосферы, связанной с истечением вещества, это, конечно же, снижает точность определения температуры в приближении черного тела. Однако, например, использование сеток моделей Куруца, которые в общем-то наиболее часто используются для определения параметров, не оправдано, поскольку они также не рассматривают никакого истечения вещества, и в данном случае не имеют никакого преимущества перед приближением абсолютно чёрного тела. Есть сетки, которые учитывают истечения вещества, например известные сетки моделей потсдамской группы, рассчитанные в помощь когда PoWR. Однако, они рассчитаны для более горячих звезд с температурами 30000 К и выше. Соответственно, известные сетки моделей, к сожалению, не подходят. Поскольку спектры наших звезд в большинстве случаев имеют низкий сигнал шум, это не позволяет строить точные модели с помощью программ, которые учитывают истечения вещества, и в данном

случае аппроксимация фотометрических SED объектов в чернотельном приближении позволяет получить оптимальные результаты.

Почему современный численный код CMFGEN был использован только для описания спектра лишь одного источника? В общем-то, этот вопрос связан с предыдущим. Как я уже отметила, для большинства объектов у нас имеются спектры с низким сигнал шумом, из-за чего оценка эквивалентных ширин многих линий, которые являются индикаторами температуры, например, линий гелия в разных стадиях ионизации, затруднена. Кроме того, почти во всех случаях в наших спектрах наблюдается достаточно сильный вклад окружающих туманностей в линиях водорода, этот вклад также тяжело учесть. Код CMFGEN в работе применялся только для описания спектра звезды в галактике NGC 4449, поскольку основной метод, который мы применяли для определения параметров, то есть аппроксимация фотометрических SED, в данном случае плохо применим из-за абсорбционного бальмеровского скачка.

Касательно влияния ошибок расстояния на оценку болометрических светимостей. При аппроксимации SED моделью чернотельного излучения ошибки определения расстояний не включались в общую ошибку болометрической светимости. Однако, поскольку расстояние определялась методом trgb или компиляцией метода trgb и других методов, например по цефеидам, итоговая точность оценки определения модуля расстояния во всех случаях не превышает во всех случаях 0.2 звездных величин. Таким образом на выводы эта ошибка не оказывает большого влияния.

Председатель:

Спасибо. Коллеги, сейчас отзывы официальных оппонентов. У нас первый оппонент профессор, зав кафедрой экспериментальной астрономии МГУ Алексей Сергеевич Расторгуев. Пожалуйста, Алексей Сергеевич.

Расторгуев А. С.:

Я постараюсь говорить громко.

(читает отзыв официального оппонента)

Дальше я с вашего позволения не буду говорить о содержании глав, хотя я подробно это разобрал. Остановлюсь только на том, что у работы есть большие перспективы. Приведённые во второй главе оценки числа кандидатов таковы, что ещё предстоит большая работа, примерно 250 кандидатов можно ещё исследовать, как я понял из этой работы. Ну далее перехожу к заключению.

(читает отзыв официального оппонента)

Председатель:

Спасибо, Алексей Сергеевич. Так, Юлия Николаевна, ответьте.

Соловьева Ю.Н.:

Я хочу сказать спасибо за замечания, я со всеми согласна, и спасибо за отзыв.

Председатель:

Всё?

Соловьева Ю.Н.:

Да.

Председатель:

Коллеги, следующий отзыв. На связи, да?

Тарасов А. Е.:

Да-да.

Председатель:

Анатолий Евгеньевич, Вы там?

Тарасов А. Е.:

Да, слышно меня?

Председатель:

Вас слышно. Попробую увидеть Вас. Видно прекрасно. Пожалуйста, Анатолий Евгеньевич.

Тарасов А. Е.:

Добрый день, уважаемые коллеги. Рад вас видеть в онлайн. Буду очень краток.

(читает отзыв официального оппонента)

Не буду перечислять содержание диссертации. Отмечу две главы, которые характеризуют соискателя как сформировавшегося специалиста. Мне понравилось введение. В диссертации представлен исчерпывающий для понимания обзор, и краткий обзор, состояния проблемы исследования ярких голубых переменных звёзд, обоснована актуальность, сформулированы цели и задачи, научные новизна, ну и положения, выносимые на защиту, и ценность. То есть обзор краток, по существу, и видно, что соискатель владеет решаемой проблемой. Мне очень понравилась первая глава, в которой описаны методы, применяемые при обработке предельно слабых объектов с низким отношением сигнал-шум и в очень сложных областях звездообразования, поскольку объекты все предельно молодые. То, что соискатель исследовал огромное количество огромных методик, тщательно изучал низкокачественные спектры, и пытался получить и получил из них научную информацию, безусловно характеризует диссертанта как состоявшегося специалиста, которому по плечу освоить те остальные 300 или 240 объектов в других и в этих же галактиках, которые она изучала. Я не буду останавливаться на остальной научной части диссертации, поскольку научный руководитель исчерпывающе всё доложил, а критика была так сказать объективна, частично объективна. И мои собственные заключения:

(читает отзыв официального оппонента)

В качестве замечаний хочется отметить использование жаргонных терминов. Это серьёзный недостаток, и я считаю, что это вина научного руководителя. Так сказать, за такое надо бить, меня бьют до сих пор, и правильно делают. В частности «фитирование спектрального распределения» выходит за рамки. Не знаю, ни один рецензент не пропустит такую фразу. Ну и ряд менее серьёзных других. Неясно, опечатка либо не выделенные шрифтом параметры во фразе на странице 31. Ну это мелочь, на которой не стоит заострять внимание.

(читает отзыв официального оппонента)

В заключении от себя хочу добавить. Приятно, что у нас ещё есть астрономы наблюдатели, что первая на совете, что вторая.

Председатель:

Спасибо, Анатолий Евгеньевич. А в Крыму что, у вас нехватка?

Тарасов А. Е.:

Да сейчас кругом нехватка. Вы же это сами знаете.

Председатель:

Ясно. Спасибо за отзыв. Ну что, ответы на замечания?

Соловьева Ю. Н.:

Я просто хочу поблагодарить за отзыв и замечания, которые были высказаны. Они все справедливы. Спасибо большое.

Председатель:

Спасибо. Так, переходим к свободной дискуссии, к обсуждению. Это самая интересная часть, обычно, защиты, потому что понятно, что отзывы оппонентов и ведущей организации в большой степени формализованы. А вот когда свободная дискуссия, здесь высказываются интересные мнения. Прошу, коллеги, высказываться. Пожалуйста, Моисеев.

Моисеев А. В.:

Я постараюсь не повторяться, поскольку меня широко цитировали в отзыве организации, где была выполнена работа. Я только замечу, что мне повезло наблюдать, скажем так, непрерывный рост Юлии Николаевны, потому что пять лет назад я был председателем комиссии ГЭК, где она защищала диплом. А вот совсем недавно я уже представлял ее работу в наш диссовет, и здесь действительно от доклада к докладу, от представления к представлению видно, как человек растёт над собой в профессиональном плане. Я уже говорил о том, что работа, наверное, рекордная за последние годы, защищённая в нашем

совете по разнообразию используемых материалов. Здесь наземные телескопы от 1 до 10 метров наблюдательные данные, космические, спектроскопия, фотометрия — всё это в одной работе встречается у нас нечасто, и в этом плане я хочу отметить высокую культуру работы с наблюдательными данными. В качестве примера в нашей лаборатории разработаны приборы семейства SCORPIO. Иногда читаешь статьи коллег, которые они на них получали, и не узнаешь собственный прибор и понимаешь, что люди плохо представляют, что они здесь сделали. Я был приятно удивлён, читая эту диссертацию, насколько грамотно и точно изложены и параметры прибора, и те проблемы, которые создаются, и те преимущества, которые он даёт, то есть это хорошее понимание той аппаратуры, с которой человек работает. Для обсерватории я считаю это очень важным. И здесь еще не звучало: летом, ну скажем так, часть этой работы была уже отмечена золотой медалью РАН, так что я предлагаю членам совета присоединиться и проголосовать за то, чтобы автору была предоставлена искомая степень.

Председатель:

Спасибо. Кто ещё, коллеги?

Горанский В.П.:

Можно я?

Председатель:

Так, пожалуйста.

Горанский В.П.:

Хочу сделать небольшое замечание. Я прочитал эту диссертацию, и меня немножко вот что удивило, то что в данной дискуссии, и в диссертации совсем нет упоминаний о двойственности LBV. Например, эта Carina в нашей Галактике известно, что двойная, и там компонент класса O тоже массивная звезда. Теперь, опять по наблюдениям SAO, у нас есть очень интересный результат — это 15BH в галактике NGC 2770. В этом случае на LBV звезду шла аккреция с соседней звезды, причём ситуация там была такая тоже очень интересная: у неё наблюдалась вспышка импостора. То есть это на некоторый объект в поздней стадии эволюции (массивный) с соседки льётся водород, так сказать, свежий, и вспыхивает слоевой

водородный источник. В результате получается вот такая вспышка. А кончилось это всё тем, что через некоторое время после этого события началось поярчание этой звезды и, наконец, получилась вспышка сверхновой, но эта сверхновая была совершенно необычная, потому что у неё спектр был такой же, как у классических новых типа Fe II, и здесь я видел несколько спектров очень похожих, там где сильные линии Fe II с P Cygni профилями. Так что в некоторых случаях это не просто одиночные звёзды. Очевидно, что это может быть двойными звёздами массивными и с такими событиями, как, слияние, например, компонентов, или аккреция в динамическом режиме на массивный проэволюционировавший компонент вещества с нормальным химическим составом из соседней звезды. Это просто такое замечание в добавок к тому, что мы прослушали.

Председатель:

Спасибо. Так, еще коллеги, высказывайтесь о представленной работе. Валентина Георгиевна, пожалуйста.

Клочков В. Г.:

Значит, я всё-таки особо-то не собиралась говорить, но, всё-таки, в связи с тем, что сказал Виталий, это очень важное замечание. Но я хочу обратить внимание и напомнить, что у нас тут тематика работы совершенно иная — поиск звёзд, то есть тут почти по касанию определены косвенные почти параметры выделенных звёзд. Вот дай бог теперь людям, которые могут исследовать, получать параметры, изучайте эту выборку. Мне импонирует эта работа прежде всего своей многосторонностью, многообразием методов: фотометрия, спектроскопия. Моделирование, конечно, в применении к таким объектам, для которых неизвестен даже эволюционный статус, в основном, я бы так сказала - это игра в кубики. Применять тут чернотельное излучение, или учитывать истечение вещества при таких избытках излучения, которые даёт H α и другие линии эмиссионные - это тоже, в общем то, развлечение для теоретиков. Я подчеркиваю, что это наблюдательная работа, хорошо обеспеченная наблюдениями. Работа выполнялась при лидерстве соискателя, и просто по публикациям мы видим, что это суммарный труд почти десятка исследователей, которые владеют самыми разными способами. Это работа, для выполнения которой нужна большая смелость и большие знания. Знания давал пока на начальном этапе руководитель, смелость была уже. Я надеюсь увидеть и продолжение, и результат продолжения этих работ, и призываю членом нашего совета поддержать и проголосовать за.

Председатель:

Спасибо. Романюк, пожалуйста.

Романюк И.И.:

Я хочу поддержать оппонента Тарасова из Крымской обсерватории в том, что российская астрономия получила спектроскописта очень высокого уровня, который может работать и вынимать из спектров самые мелкие детали, поэтому я думаю, что нам надо всем это понимать. И я призываю всех голосовать за эту диссертацию.

Председатель:

Спасибо. Пустильник, пожалуйста.

Пустильник С.А.:

Уважаемые коллеги, я тоже хочу присоединиться к очень высокой оценке этой работы. Кроме того, что Юлия активно наблюдала и на нашем телескопе, конечно, очень впечатляет привлечение огромного числа данных с других телескопов, других диапазонов и массово методов, которые здесь применялись. Что касается актуальности и перспективности этой работы, которую, хочется надеяться, Юлия будет продолжать, хотел бы просто проиллюстрировать, что LBV-феномен настолько плохо исследован, что в качестве примера хотел бы привести обнаружение одной из внегалактических LBV в галактике PHL, низкометаллической, которая в последние годы сильно потухла и сейчас высказывается гипотеза о том, что, возможно, это коллапс этой массивной звезды без вспышки сверхновой. И сейчас на исследование этого случая направлены программы на Хаббловском телескопе, так что исследование внегалактических LBV — очень перспективное направление для людей. То исследование, которое представила Юлия Николаевна, будет продолжено в том числе и с её активным участием.

Председатель:

Спасибо. Еще, коллеги, нет желающих больше высказываться? Я два слова скажу. Во-первых, какое-то грустное чувство появилось, потому что после выступления Расторгуева и Тарасова я понял, что 240 звезд еще нужно отнаблюдать. Триста. Мало кто доживёт до того времени, когда наконец-то природа активности, происхождения, эволюция этих звёзд будет ясна, так

что мы не успеем это узнать. С другой стороны, хорошо, что в эту копилку данных добавлены новые объекты, хорошо, что этим занимался наш соискатель. Я думаю, что крайне важно, что у нас третье поколение астрономов появляется в САО, которое подхватывает флаг обсерватории и достойно. Работа хорошая, добротная, присоединяюсь ко всем положительным высказываниям, которые были сегодня сделаны. Здорово, что ещё один астроном вступает в ряды бойцов за сохранение нашей обсерватории. Единственный вопрос у меня был, но он эмоционального характера, что ни одной публикации нет в нашем журнале. Это тоже дело нашей обсерватории, как и создание оборудования, как разработка методов, как выполнение наблюдений, анализ и интерпретация, поддержка нашего журнала тоже важна. Хорошо, что в MNRASe, но ни одной статьи в нашем журнале — это плохо. В целом же, присоединяюсь к сказанным словам сегодня. Чувствуется сразу, понимаете, что работа добротная, я без экзальтации лишних слов не буду произносить, но работа добротная и она вполне достойна, что соискатель защитил сегодня диссертацию и получил искомую степень. Так, больше нет желающих высказаться? Тогда переходим к заключительному слову.

Соловьева Ю.Н.:

Я хотела бы поблагодарить САО РАН, научного руководителя за возможность выполнять работу. Своих коллег, соавторов за продуктивное сотрудничество. Хотела бы отдельно поблагодарить Винокурова Александра, который на протяжении выполнения всей работы оказывал просто колоссальную помощь. Спасибо Ольге Николаевне, за что, что поддерживала меня. Костенкова Александра тоже благодарю за поддержку. И отдельное спасибо Варваре Алексеевне за то, что поддерживала меня в течение обучения в аспирантуре. Спасибо вам.

Председатель:

Теперь у нас задача выбрать комиссию счётную, коллеги. Какие есть предложения?

Секретарь:

Левшаков, Моисеев и Мингалиев.

Председатель:

Тогда Сергей Левшаков, Алексей Моисеев и Марат Мингалиев. Нет возражений против такого списка? Кто за прошу проголосовать. Комиссию прошу приступить к работе.

(проводится процедура тайного голосования)

Председатель:

Слово предоставляется председателю счётной комиссии Мингалиеву М. Г.

Мингалиев М. Г.:

Я не буду формальностей говорить. Присутствовало на заседании 15 членов совета, в том числе докторов — 14, роздано бюллетеней — 15, осталось не розданных — нет, оказалось в урне — 15. И результаты голосования за присуждение степени кандидата физ.-мат. наук Соловьевой Юлии Николаевне: за — 15, против — нет, недействительных — нет. И подписи членов счётной комиссии.

Председатель:

Спасибо. Кто за то, чтобы утвердить протокол прошу проголосовать. Против, воздержавшихся нет? Тогда можно поздравить соискателя. Коллеги, работа ещё не завершена, нам сейчас предстоит рассмотреть заключение.

(члены совета обсуждают проект заключения)

Председатель:

Коллеги, больше нет замечаний? Тогда предлагаю проголосовать за заключение с учётом этих правок, которые мы внесём, высказанные нашими коллегами. Кто за, прошу проголосовать. Кто против заключения? Воздержавшиеся? Нет. Спасибо большое, на этом второй тур работы закончили. Всем членам совета огромное спасибо за сегодняшнюю работу. Соискателям: защитившимся людям, спасибо за хорошо представленные работы. Молодцы. Мы гордимся, что в наших рядах есть ростки новых астрономов САО. Спасибо!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.203.01 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 6 декабря 2021 г. № 126

О присуждении Соловьевой Юлии Николаевне, Российская Федерация, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Ярчайшие звезды за пределами Местной группы галактик» по специальности 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия» принята к защите 1 октября 2021 г., протокол № 122, 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, Соловьева Юлия Николаевна, 1992 года рождения, в 2016 году окончила Казанский (Приволжский) Федеральный Университет по специальности 03.05.01 «Астрономия», с 01.09.2016 г. по 31.08.2020 г. проходила 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 физики звёзд 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, главный научный сотрудник лаборатории физики звёзд САО РАН, Фабрика Сергей Николаевич.

Официальные оппоненты:

1. Расторгуев Алексей Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой экспериментальной астрономии физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова;
 2. Тарасов Анатолий Евгеньевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела физики звезд Крымской астрофизической обсерватории РАН;
- дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, в своем положительном заключении, подготовленном доктором физико-математических наук, профессором кафедры астрономии и космической геодезии Института физики КФУ Бикмаевым Ильфаном Фяритовичем, одобренном на Астрофизическом семинаре 13 ноября 2021 года, утвержденном проректором по научной деятельности Казанского (Приволжского) федерального университета профессором Таюрским Д. А., указала, что диссертация является завершённым научным исследованием, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия», а её автор Соловьева Ю.Н. безусловно заслуживает присуждения ей искомой степени.

Соискатель имеет семь опубликованных работ по теме диссертации (общим объемом 41 страница), три из которых напечатаны в рецензируемых журналах. Наиболее значимые научные результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Solovyeva, Y., Vinokurov, A., Fabrika, S., Kostenkov, A., Sholukhova, O., Sarkisyan, A., Valeev, A., Atapin, K., Spiridonova, O., Moskvitin, A., Nikolaeva, E. “New luminous blue variable candidates in NGC 4736”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters, Volume 484, Issue 1, P. L24-L28 (2019);
2. Solovyeva Y., Vinokurov A., Sarkisyan A., Atapin K., Fabrika S., Kniazev A., Sholukhova O., Maslennikova O. “New luminous blue variables candidates in the NGC 247 galaxy”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 497, Issue 4, P. 4834-4842 (2020);
3. Solovyeva Y., Vinokurov A., Sarkisyan A., Kostenkov A., Atapin K., Oparin D., Moiseev A., Fabrika S. “Search for LBVs in the Local Volume galaxies: study of four stars in NGC 4449”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 507, Issue 3, P. 4352-4366 (2021);

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:

- 1) открыты три новые Яркие голубые переменные (LBV) звезды и четыре новые LBV кандидата в галактиках NGC 4736, NGC247 и NGC 4449, находящихся за пределами Местной группы. У новых LBV звёзд обнаружена спектрофотометрическая переменность или сильная переменность блеска (более 2 зв. величин). Два LBV кандидата также продемонстрировали заметную переменность блеска. У LBV кандидата в галактике NGC 247 обнаружена газо-пылевая оболочка, для которой определена температура;
- 2) обнаружены новый B[e]-сверхгигант в галактике NGC 247 и кандидат в B[e] сверхгиганты в галактике NGC 4449 на основе спектроскопии и анализа спектральных распределений энергии. Получена оценка температуры газо-пылевой оболочки нового B[e]-сверхгиганта;
- 3) сделаны оценки возрастов звёздного окружения исследуемых объектов в галактиках NGC 247 и NGC 4449 на основе архивных данных космического телескопа имени Хаббла. Определены фундаментальные параметры всех исследуемых звёзд, в частности, температуры фотосфер, болометрические светимости, а также значение межзвёздного поглощения.

Теоретическая значимость диссертационной работы обоснована тем, что результаты, полученные соискателем, могут быть использованы для исследования зависимости параметров звёздных ветров от химического состава газа в родительских галактиках.

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

1. При выполнении диссертационного исследования получено большой объём наблюдательных данных на телескопах различного класса (БТА, SALT, Subaru, 2.5-

м телескоп ГАИШ, Цейсс-1000). Анализ полученных данных позволит получить важнейшие результаты, необходимые для понимания физических процессов, происходящих в звёздах высокой светимости;

2. Определены фундаментальные параметры (температура и светимость) новых LBV звёзд, LBV-кандидатов, В[е]-сверхгиганта и кандидата в В[е]-сверхгиганты. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы для изучения звёзд перечисленных типов;
3. Расширен список подтверждённых LBV звёзд за пределами Местной группы галактик и дополнен общий список известных LBV звёзд. Увеличение числа LBV звёзд позволит искать статистические закономерности в свойствах этих звёзд и решить проблему их эволюционного статуса;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность результатов работы определяется применением стандартных методов и программ при обработке спектральных данных и фотометрических измерениях. Определение фундаментальных параметров и классификация звёзд проводились современными методами, предложенными в многочисленных работах. Результаты работы апробированы на международных и всероссийских конференциях.

Личный вклад автора в обсуждение и интерпретацию результатов во всех статьях равен вкладу других соавторов, при этом вклад автора в подготовке статей к печати является определяющим. Автор является заявителем наблюдательных программ на телескопах БТА и Цейсс-1000 САО РАН, а данные, полученные в ходе выполнения этих программ, использовались при подготовке диссертации. Обработка спектральных и фотометрических данных, фотометрия по данным наземных и космических телескопов выполнены автором. Оценка фундаментальных параметров изучаемых звёзд выполнены наравне с соавторами.

На заседании 06 декабря 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Соловьевой Юлии Николаевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования, диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 14 докторов наук по специальности 01.03.02; участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 15, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета

Академик РАН



Балега Ю.Ю.

Ученый секретарь

диссертационного совета

Шолухова О.Н.

06 декабря 2021 г.