

УТВЕРЖДАЮ

Директор САО РАН

Г. Г. Валявин

«21» июня 2022 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук

Диссертация «Звезды высокой светимости в галактиках Туманность Андромеды и Млечный Путь», представляемая на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия выполнена в лаборатории физики звёзд САО РАН.

В период подготовки диссертации соискатель Саркисян Аркадий Норайрович работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук (САО РАН) в должностях стажёра-исследователя, младшего научного сотрудника лаборатории физики звёзд.

В 2004 г. окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ставропольский государственный университет» по специальности ИВС0061129 «Физика». С 1 октября 2004 г. по 30 сентября 2007 г. проходил обучение в очной аспирантуре САО РАН по специальности 01.02.03 Астрофизика и радиоастрономия под руководством кандидата физ.-мат. наук Власюка В.В.

Научный руководитель – кандидат физ.-мат. наук Шолухова Ольга Николаевна работает в лаборатории физики звёзд САО РАН в должности старшего научного сотрудника.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

В работе изложены результаты поиска и исследования звезды высокой светимости в галактиках Туманность Андромеды и Млечный Путь. Исследование проводилось на основе наблюдений в оптическом диапазоне на 6-м телескопе БТА САО РАН на многорежимном фокальном редукторе первичного фокуса SCORPIO и в ближнем инфракрасном диапазоне на 3.5-метровом телескопе обсерватории Апачи-Пойнт (Apache Point Observatory, США). На основе спектральной и фотометрической переменности подтвержден статус LBV для двух кандидатов J004526.62+415006.3, J004341.84+411112.0 в галактике Андромеда. Оба объекта демонстрируют фотометрическую переменность $\Delta R \approx 0.4$ для объекта J004341.84+411112.0 и $\Delta V \approx 1.0$ для объекта J004526.62+415006.3.

По результатам спектроскопического и фотометрического анализа, базирующегося на результатах наблюдений на 6-м телескопе БТА САО РАН и 3.5-метровом телескопе обсерватории Апачи-Пойнт для шести звезд в галактике Андромеда проведена классификация объектов, либо ее уточнение. Три звезды классифицированы как В[e]-сверхгиганты (J004417.10+411928.0, J004444.52+412804.0, J004415.00+420156.2). В их спектральных распределениях энергии были обнаружены избытки излучения в ближнем инфракрасном диапазоне, связанные с наличием тёплой пыли. Две звезды (J004507.65+413740.8, J004621.08+421308.2) обладают характерными признаками теплых гипериантов. Объект J004411.36+413257.2 отнесен к типу FeII-эмиссионных звезд.

Была проведена оценка фундаментальных параметров, таких как, эффективные температуры, радиусы, светимости у 12 звезд в галактике Андромеда и звезды MN112 в галактике Млечный Путь на основе построенных спектральных распределений энергии объектов. Для построения спектральных распределений энергии использовались как данные наблюдений на телескопах БТА САО РАН и обсерватории Апачи-Пойнт, так и архивные данные фотометрических каталогов Pan-STARRS (Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System), LGGS (Local Group Galaxies Survey), 2MASS (Two Micron All-Sky Survey).

Для тех звезд, у которых имелись наборы данных для их разных состояний, был применен предложенный новый метод оценки параметров LBV звезд. Были определены параметры для двух известных звезд LBV Var A-1, AE And и двух подтвержденных LBV J004526.62+415006 и J004341.84+411112.0 на основе двух или более наблюдений в различных состояниях. Использовались, как наблюдения на БТА и обсерватории Апачи-Пойнт, так и архивные данные фотометрических каталогов Pan-STARRS, LGGS, 2MASS. Для всех звезд получены оценки величин межзвездного поглощения.

В работе представлен спектральный атлас девяти звезд-сверхгигантов и гипергигантов (O9.5Ia–A1a) в нашей Галактике. Данные были получены на ПЗС-эшелле спектрометре в фокусах кудэ 1-м телескопа Цейсс-1000 САО РАН и 2-м телескопа Цейсс-2000 международной обсерватории Пик Терскол. Сопоставлены спектры высокого разрешения исследованных сверхгигантов и трех звезд сравнения. Отождествлено от 200 до 1000 линий, а также межзвездных линий и полос, для большинства из них измерены центральные остаточные интенсивности и гелиоцентрические лучевые скорости. Выявлены радиальные градиенты скорости в атмосферах сверхгигантов. Уточнена спектральная классификация для двух звезд в Галактике.

Научная новизна состоит в том, что все результаты работы базируются на спектральных и фотометрических данных, впервые полученных для изучаемых объектов на 6-м телескопе БТА САО РАН и 3.5-метровом телескопе обсерватории Апачи-Пойнт. Представлен новый метод оценки фундаментальных параметров LBV звезд, основанный на изменении их спектрального распределения энергии при приблизительно постоянной болометрической светимости в течение цикла переменности типа S Dor. На основе полученных на перечисленных выше телескопах новых и архивных наблюдательных данных построены спектральные распределения энергии всех представленных в работе звезд. С помощью нового метода анализа спектральных распределений энергии получены оценки фундаментальных параметров этих звезд: температуры фотосферы, болометрической светимости и межзвездного поглощения.

Достоверность результатов работы определяется применением стандартных методов и программ при обработке спектральных данных и фотометрических измерений. Так же проводилось тестирование метода оценки фундаментальных параметров и проведение классификации на уже известных LBV-звездах.

Научная и практическая значимость работы состоит в увеличении числа исследованных и проклассифицированных ярчайших звезд в галактике M31. Результаты диссертационного исследования и могут быть использованы для дальнейшего изучения звезд LBV, B[e]-сверхгигантов, теплых гипергигантов, особенно в плане моделирования. Был создан пакет программ для оптимальной экстракции длиннощелевых 2D-спектров в тесных звездных полях. Разработанное программное обеспечение для экстракции позволяет

значительно снизить вклад посторонних источников таких как: различного вида туманности, фоновое излучение звезд родительской галактики, соседние звезды в спектр изучаемого объекта. Программа успешно применяется для экстракции спектров звёзд в сложном окружении не только в лаборатории физики звезд САО РАН, но и в других научных и образовательных учреждениях. Созданный спектральный атлас сверхгигантов востребован научным сообществом. Сведение вместе, детальное описание и сопоставление спектров успешно выполняет свое основное назначение — показать эволюцию спектра звезды-сверхгиганта в интервале спектральных классов O9 — A1. Атлас активно используется как учебное пособие.

Подтверждение статуса LBV двух изучаемых объектов и классификация других трёх звёзд как B[e]-сверхгигантов дополняют немногочисленные списки известных звёзд этих типов, что важно для понимания их природы, эволюционного статуса и их возможной эволюционной связи.

Автор диссертационной работы принимал активное участие в подготовке программ наблюдений и наблюдениях на телескопе БТА САО РАН, в подготовке к наблюдениям на 3.5-метровом телескопе обсерватории Апачи-Пойнт. Обработка спектроскопических и фотометрических наблюдательных данных, фотометрические измерения по новым и архивным данным наземных телескопов, выполнены автором. Классификация изучаемых звезд и оценка их фундаментальных параметров выполнялась совместно с соавторами. Во всех работах автор внёс равноценный вклад в обсуждение, интерпретацию результатов и в подготовку статей к публикации.

Все результаты, выносимые на защиту, аргументированы и подробно изложены в 9 статьях соискателя, 6 из которых опубликованы в рецензируемых журналах списка ВАК. Представленные результаты и выводы обсуждались на 12 международных и всероссийских конференциях.

По докладу автора на Учёном совете САО РАН были заданы вопросы, на которые докладчик исчерпывающе ответил.

В выступлениях Пустильник С.А. и Тихонов Н.А. отметили высокий уровень работы. Тихонов Н.А. также отметил сложность и объем работы в части определения статуса LBV звезд, а также важность полученных результатов, обратил внимание на необходимость поработать с рисунками в представлении доклада. Моисеев А.В. отметил индивидуальность работы, умение работать в команде, положительно оценил опыт работы диссертанта с инфракрасными данными и грамотную работу с данными, полученными с 6-м телескопа БТА САО РАН. Власюк В.В. отметил профессиональный рост автора, сделал замечания по оформлению презентации и внесению дополнительной информации о переменности объектов, как основном классификационном критерии LBV-звезд. Валявин Г.Г. отметил лаконичность и четкость доклада и положительно оценил работу.

Ученый совет пришел к заключению, что представляемая диссертация является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой. Выполненная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, паспорту научной специальности, а соискатель заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Звезды высокой светимости в галактиках Туманность Андромеды и Млечный Путь» Саркисяна Аркадия Норайровича рекомендуется к защите на соискание

ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.03.02
Астрофизика и звездная астрономия.

Заключение принято на заседании Ученого совета САО РАН 20 июня 2022 года.
Присутствовало на заседании 15 членов Ученого совета.

Результаты голосования: «за» – единогласно, протокол №404 от 20 июня 2022 г.

Председатель Ученого совета,
директор САО РАН,
кандидат физ.-мат. наук

Ученый секретарь САО РАН
кандидат физ.-мат. наук



/Валявин Г. Г./

Е. И. Кайсина

/Кайсина Е. И./