UNC GREENSBORO
Department of Physics & Astronomy

College of Arts and Sciences
Department of Physics and Astronomy
321 Petty Building
PO Box 26170
Greensboro, NC 27402-6170
336.334.5844 Phone 336.334.5865 Fax
physics.uncg.edu
@UNCGphysics

ОТЗЫВ

**зарубежного научного консультанта
на диссертационную работу Акниязовой Айгерим Жанатовны
на тему «Физические параметры и природа звёзды MWC 342 с B[e] феноменом», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе
«8D05307 – Физика и астрономия»**

Одной из важнейших задач астрофизики является изучение эволюции звезд и звездных систем, которые являются основой исследования эволюции галактик и Вселенной в целом. Эволюция одиночных звезд к настоящему времени изучена хорошо, хотя отдельные ее эпизоды все еще продолжают обнаруживать. Открытия присутствия эмиссионных линий и избыточного инфракрасного излучения в спектрах звезд различных масс и температур положило начало исследованию динамики околозвездной материи, которая может образовываться в результате эволюции как одиночных звезд, так и систем, состоящих из нескольких звезд.

Около 20-ти лет назад, теоретические исследования показали, что большинство массивных звезд (масса более ~10 масс Солнца) должны быть двойными или кратными системами. В системах с компонентами, близко расположенными друг к другу, возможен перенос вещества в результате эволюционного изменения расстояния между их поверхностями, приводящего к образованию околозвездного вещества в форме ионизованного и нейтрального газа, а также пылевых частиц с молекулярным составом. Присутствие околозвездной материи делает определение физических параметров звездных компонентов систем затрудненным вследствие искажения поглощением и переизлучением в околозвездной среде. При этом, задача выяснения природы таких объектов становится более важной для понимания деталей звездной эволюции, но требует долговременных наблюдений различными методами астрофизики, такими как фотометрия, спектроскопия, поляриметрия и

интерферометрия.

Одной из таких групп звезд с большим количеством газо-пылевой околозвездной материи являются объекты с феноменом B[e], открытыми около 50 лет назад. Этот феномен представляет собой одновременное наличие эмиссионных линий разрешенных и запрещенных переходов в атомах различных элементов (водорода, кислорода, железа, кремния и других) и сильного инфракрасного излучения, возникающего при переизлучении звездных фотонов высоких энергии частицами околозвездной пыли.

До недавнего времени далеко только небольшое количество объектов с феноменом B[e] было детально изучено. Особенно это относится к группе этих объектов, названной объектами типа FS CMa, насчитывавшей несколько десятков звезд. Их основными особенностями являются сильные эмиссионные линии прежде всего водорода, что свидетельствует о большом количестве околозвездного ионизованного газа, и специфическое распределение энергии в инфракрасном избытке, свидетельствующее о расположении околозвездных пылинок на близких расстояниях от источника излучения. Основная гипотеза о природе этих объектов заключается в том, что они являются тесными двойными системами, в которых происходит перенос вещества между компонентами, приводящий к сильному изменению начального отношения масс и образованию околозвездной оболочки.

Работа соискателя Акниязовой А.Ж. посвящена определению природы и эволюционного статуса объекта с феноменом B[e] MWC 342, отнесенной к группе объектов типа FS CMa, путем исследования рядов спектральных и фотометрических наблюдений. Объект был выделен при поиске звезд с эмиссионными спектрами на Обсерватории Маунт Вилсон (Калифорния, США) в 1930-е годы. Спектральные и фотометрические наблюдения объекта до 1980-х годов были редкими. Начиная с середины 1980-х годов, регулярные фотометрические наблюдения MWC 342 стали независимо проводиться на Обсерватории Ассы-Тургень (Казахстан, в оптическом и ближнем инфракрасном диапазоне) и Майданакской Обсерватории (Узбекистан, в оптическом диапазоне). Спектральные наблюдения стали более частыми с конца 1980-х годов.

Соискателем Акниязовой А.Ж. были проанализированы полученные фотометрические и спектральные наблюдения, полученные в 1984 – 2024 годах. Основными задачами были поиск периодических или квази-периодических изменений блеска и параметров спектральных линий, уточнение фундаментальных параметров (температура поверхности, светимость), поиск возможных признаков вторичного компонента в системе звезды MWC 342. Несмотря на то, что двойственность объекта подтверждена не была, анализ собранных данных, позволяет предсказать его поведение в ближайшие годы с целью организации целенаправленной программы дальнейших исследований MWC 342 для более подробного сравнения с подобными объектами, для которых двойственность также

остается под вопросом, и проверки применимости гипотезы об образовании этого объекта путем слияния звезд в двойной системе.

Новизна проведенного исследования заключается в том, что впервые была детально исследована спектральная и фотометрическая переменность на таком большом периоде времени, обнаружена долговременная квази-регулярная составляющая изменения оптического блеска объекта, установлена сильная переменность профилей спектральных линий нескольких химических элементов (нейтрального водорода, гелия и кислорода, однократно ионизованного железа), выяснено отсутствие линий однократно ионизованного гелия (что ограничивает сверху температуру поверхности звезды), выявлена отрицательная корреляция оптического блеска и силы эмиссионных линий водорода. Кроме того, на основе фотометрических наблюдений в инфракрасном диапазоне, полученных на нескольких космических телескопах (IRAS, WISE, MSX, AKARI, Herschel) было уточнено распределение энергии в инфракрасном избытке объекта, образующегося в околозвездной пылевой оболочке, что, совместно с уточнением температуры и светимости, позволило отвергнуть ранее выдвигавшуюся гипотезу о статусе объекта как звезды, не достигшей Главной Последовательности.

Я считаю, что представленная работа по изучению свойств и детальному исследованию объекта MWC 342 с феноменом B[e] может внести существенный вклад в развитие представлений о возникновении и развитии этого феномена у звезд, находящихся на продвинутых стадиях эволюции. Результаты выполненного исследования являются надежными.

Результаты диссертационной работы были представлены на международной конференции «Hot Stars. Life with Circumstellar Matter» (14–19 октября 2024 г., г. Алматы, Казахстан) и опубликованы в журнале Galaxies (Q2, *IF=3.8 в 2025 г.*).

Акниязовой А.Ж. выполнены все поставленные перед ней задачи, цель исследования диссертации достигнута полностью. Считаю, что диссертационная работа удовлетворяет установленным требованиям, предъявляемым к работам, представляемым на соискание степени PhD, и рекомендую диссертационную работу Акниязовой А.Ж к публичной защите на соискание степени PhD по образовательной программе «8D05307 – Физика и астрономия»

Университет штата
Северная Каролина в Гринсборо
Зарубежный научный консультант,
Доктор физ.-мат. наук, профессор **А. С. Мирошниченко**

25.10.2025