ОТЗЫВ
официального рецензента на диссертационную работу
Кенжебековой Акмарал Игиликкызы на тему «Динамика пылевых частиц в окрестности белых карликов: орбитальная эволюция и диффузия в атмосфере», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD)по специальности «6D061100−Физика и астрономия».

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:	Диссертация выполнена в соответствии с планами фундаментальных научно-исследовательских работ (НИР):
		1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	ИРН AP08956243 «FEB сценарий для экзопланетных систем на основе теории катастрофической термодеструкции малых тел», сроки исполнения 2020 - 2021гг., государственная регистрация № 0120РК00267; ИРН BR18574080 - «Исследование фундаментальных и прикладных проблем физики плазмы, плазмоподобных сред для целей решения задач современной энергетики и получения новых функциональных материалов» за 2018-2020гг. Шифр Ф.0835

2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Работа вносит существенный вклад в науку в области экзопланетной тематики, которая стала актуальной с 1980-х годов после открытия первых внесолнечных планет. Исследования состава атмосфер проэволюционировавших звезд — белых карликов — за счет аккрецирующего на них вещества осколочных дисков может служить непрямым методом детектирования присутствия экзопланет и их характеристик. Результаты исследования экзопланетных систем важны еще и для объяснения некоторых нерешенных вопросов образования планетных систем, в частности, и нашей Солнечной системы. Важность работы хорошо раскрыта диссертантом, методика, использованная в работе, приводит к выводу, что обогащение металлами белых карликов может быть связано с планетными системами вокруг них.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности достаточно высокий. Цели и задачи работы изложены четко, методы решения поставленных задач обоснованы, математический аппарат представлен подробно, полученные результаты проанализированы и ясно изложены.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована;	Актуальность темы обоснована. С помощью современных миссий, например, GAIA, глобального

		3) Не обоснована.	интерферометра, обнаружены линии щелочных металлов и других тяжелых элементов у большого количества белых карликов (БК), что считается наблюдательным доказательством присутствия экзопланет. Поэтому исследование загрязнения атмосфер БК падающими на них пылевыми фрагментами является актуальным.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертации полностью отражает тему диссертации. Орбитальная эволюция базальтовых и графитовых пылевых частиц в области сублимации выбранных объектов и диффузия в атмосфере этих звезд определены с помощью расчетов. 1) Динамика пылевых частиц рассчитана с помощью уравнения движения с учетом всех действующих сил на частицу, (гравитационной, радиационного давления и Пойнтинга-Робертсона). 2) Эффективности поглощения и радиационного давления для разного состава и радиуса частиц рассчитаны по теории Ми. 3) Температура пыли определяется из уравнения теплового баланса из условия равенства поглощенной энергии от звезды и потерянной на излучение и испарение.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют;	Цели и задачи полностью соответствуют теме диссертации. Поставленная цель — смоделировать

		3) не соответствуют	орбитальное движение пылевых испаряющихся частиц во время их аккреции на поверхность звезды - выполнена. Для решения выбраны два БК G29-38 с Тэфф = 11600К и наличием инфракрасного избытка излучения, признаком присутствия пылевого диска и WDJ1644-0449 с Тэфф = 3800К, у которого обнаружены спектральные линии щелочных металлов, признак возможного наличия пыли. Физические и математические методы решения задачи последовательно описаны и применены.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны. Сначала идет общее описание проблемы, связанной с результатами исследования экзопланетных систем, описание метода исследования и подтверждения существования экзопланеты с помощью моделирования орбитальной эволюции пылевых частиц на звезду, в частности, на белый карлик, с имеющимися признаками пылевого диска. Затем изложена математическая основа решения задачи, представлены результаты расчетов для частиц разного состава (базальт и графит), проведено сравнение результатов и их анализ, затем сделаны выводы. В Заключении

			кратко изложены основные выводы диссертации.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	Предложенные автором новые решения и методы аргументированы. Проведен критический анализ результатов. Чтобы определить зависимость границы зоны сублимации от температуры, массы и радиуса звезды, автор выбрал еще три белых карлика с параметрами, близкими к исследуемому WDJ1644-0449, и повторил расчеты орбитальной эволюции для выбранных звезд. Кроме того, результаты расчетов сравнивались с аналогичными, выполненными для белого карлика WD1145+017 с Тэфф=15900К, для которого подтверждено наличие обломочного диска, находящегося вблизи зоны сублимации, где происходит активное испарение пыли. У звезды сравнения субмикронные базальтовые пылевые частицы размером меньше 0.1 мкм, движущиеся по круговой орбите, испаряются за пределами расстояний 800R звезды.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Научные результаты являются полностью новыми. Расчеты эволюции пыли из осколочных дисков на белые карлики G29-38 WD J1644-0449 сделаны впервые. Положения, вынесенные на защиту, ранее не встречались в печати или в материалах конференций, представленных другими авторами.

		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Выводы диссертации являются полностью новыми. Для БК G29-38 показано, что наиболее крупные силикатные частицы с радиусами 10-100 мкм могут достигать расстояния, равное 50R звезды, частицы субмикронных размеров испаряются до зоны радиусом 300R звезды. Для WD J1644-0449 показано, что пыль как силикатного, так и графитового состава может падать на звезду, не достигая полного испарения, если родительское тела движутся по вытянутым орбитам, близким к параболическим. Если пылевые частицы покидают тело, движущееся по круговой орбите, то формируется зона сублимации на расстоянии ~ 3R звезды для базальтовых частиц и ~ 1.5R звезды для графитовых частиц.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Технические решения можно назвать новыми, так как для решения поставленных задач применялись общеизвестные системы уравнений, которые должны использоваться и для других звезд, но при их решении делался учет специфических условий белых карликов, учет выбранных орбит, начальных и граничных условий. Кроме того, эти расчеты впервые применены к выбранным объектам.

6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах. Критерием служит сравнение результатов с данными наблюдений и соответствие физическим принципам. Результаты апробированы и публиковались в международных научных журналах с высоким импакт-фактором.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет	На защиту выносятся следующие положения: 1. Графитовые и базальтовые пылевые частицы размерами от 0.1 мкм до 100 мкм, движущиеся по круговым орбитам около белого карлика , образуют границу беспылевой зоны на расстоянии: - 0.16R Солнца (графит) и 0.52-0.65R Солнца (базальт) от звезды G29-38; - 0.0195R Солнца (графит) и 0.039R Солнца (базальт) от звезды WDJ1644-0449, соответственно. 1. Положение доказано 2. Положение не является тривиальным 3. Положение является новым 4. уровень для применения широкий 5. Положение доказано в статье 2. Пылевые частицы базальтового материала с начальным радиусом больше 0.3 мкм, движущиеся по параболическим орбитам, попадают непосредственно на поверхность холодного карлика WDJ1644-0449, не достигнув полного испарения.

			1. Положение доказано 2. Положение не является тривиальным 3. Положение является новым 4. уровень для применения широкий 5. Положение доказано в статье 3. В области параметра неидеальности Γ < 1, диффузия углерода в оболочках белых карликов происходит в 10 раз быстрее, чем диффузия кремния. 1. Положение доказано 2. Положение не является тривиальным 3. Положение является новым 4. уровень для применения широкий 5. Положение доказано в статье
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно подробно описана 1) да; 2) нет	Выбор методологии обоснован и методология достаточно подробно описана. Она соответствует уровню поставленных задач и необходимой для их решения. Методология достаточно подробно описана.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):	Теоретические выводы, модели, выявленные закономерности доказаны и подтверждены путем сопоставления с наблюдательными

		1) да; 2) нет	данными.
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения полностью подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу в рецензируемых научных журналах
		8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Использованные источники литературы (163 источника) достаточны для литературного обзора.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	Результаты, изложенные в диссертации, имеют высокое теоретическое значения для понимая процессов, происходящих как при образовании планетных систем, так и при их дальнейшей эволюции. Метод моделирования динамики пылевого вещества при его падении на звезду дает информацию об эволюции пылевых дисков, их составе и размерах, о возможном присутствии планет вокруг звезды.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Диссертация имеет практическое значение, результаты исследования стимулируют новые исследования как у молодых звезд с протопланетными дисками, так и у старых - белых карликов. Такие расчеты являются очередным шагом к поиску новых планетных систем.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Результаты для практики являются новыми. Они могут быть применены или использованы для сравнения с аналогичными расчетами для других

			классов звезд. В этой области исследования еще много вопросов, остающихся открытыми.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертационная работа Кенжебековой А.И. написана хорошим академическим языком. Оформление хорошее, графики хорошо иллюстрируют проведенные расчеты, изложение материала последовательное.

Решение: Диссертационная работа Кенжебековой А.И. на тему «Динамика пылевых частиц в окрестности белых карликов: орбитальная эволюция и диффузия в атмосфере» выполнена на высоком научном уровне, представляет собой законченную самостоятельную научно-исследовательскую работу. Полученные и описанные результаты диссертационной работы соответствуют требованиям правил присуждения степени доктора философии (PhD) Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Присудить степень доктора философии (PhD) по специальности «6D061100 - Физика и астрономия» Кенжебековой Акмарал Игиликкызы.

Официальный рецензент:
ведущий научный сотрудник лаборатории звездообразования
Главной (Пулковской) Астрономической Обсерватории
Российской академии наук,
доктор физико-математических наук
по специальности «01.03.02 -
Астрофизика и звездная астрономия»

Тамбовцева Лариса Васильевна

Подпись Л.В. Тамбовцевой заверяю:
Зам.директора по научной работе ГАО РАН
доктор физико-математических наук

Наговицын Юрий Анатольевич