

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Желтоухова Сергея Геннадьевича
на тему «Создание камеры среднего инфракрасного диапазона для 2.5
метрового телескопа КГО ГАИШ МГУ и исследование пылевых
оболочек вокруг звезд на поздних стадиях эволюции»
по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия**

Диссертация С.Г. Желтоухова посвящена развитию приборной базы 2.5-м телескопа Кавказской горной станции (КГО) ГАИШ МГУ, проведению наблюдений на новых приборах, обработке и анализу наблюдательных данных. Задача развития приборов всегда является актуальной и востребованной, и оснащение 2.5-м телескопа КГО новыми инфракрасными камерами — не исключение. Особенно это важно в эпоху работы инфракрасного телескопа James Webb, так как данные с новых приборов КГО могут расширить базу инфракрасных наблюдений и статистику полученных по ним результатов в конкретных направлениях, что недоступно в условиях загруженности телескопа James Webb. Заслуживают внимания технические решения, принятые в ходе работ по созданию приборов: соблюдался баланс по экономичности, времязатратам и качеством результата, что позволило собрать и установить прибор хорошего уровня за разумный срок и в пределах доступного бюджета. Помимо создания прибора диссертантом было разработано программное обеспечение для обработки данных с прибора ASTRONIRCAM. Такая задача важна для того, чтобы пользователи телескопа смогли быстро получать научные результаты из наблюдений, не тратя время на техническую работу, связанную с устранением инструментальных погрешностей и других факторов, искажающих сырые наблюдательные данные. Кроме этого, появление программного обеспечения высокого уровня позитивно отразится на темпах расширения архива данных. Помимо инструментальной части диссертант принимал участие в моделировании пылевых оболочек звезд, оценке параметров этих оболочек и создании каталога, содержащего наиболее полную информацию об

углеродных звездах на разных стадиях эволюции. Последний этап работы является необходимым для систематизации полученных результатов, установлению фундаментальных принципов и развитию теорий эволюции звезд промежуточных масс и углеродной пыли. Хотелось бы порекомендовать развивать созданный каталог дальше, дополняя его по возможности другими звездами, а также результатами наблюдений с телескопов James Webb, Sofia, Herschel. Каталог является доступным для внешних исследователей, что позволяет широко использовать собранные в нем данные в различных задачах, что, в дополнение, способствует распространению данных с телескопа КГО.

Все работы и полученные результаты, в особенности инструментально-технические части, изложены детально и доступным языком. В будущем, такой материал может быть использован для ознакомления с приборостроением и обработкой сырых наблюдательных данных заинтересованными лицами (студентами и др.). Все положения, вынесенные на защиту, обоснованы и имеют достоверные доказательства. Этапы работы проиллюстрированы с помощью чертежей, снимков, графиков. Результаты опубликованы в рецензируемых журналах и апробированы на конференциях. Обнародованные данные наблюдений, полученные на созданных приборах КГО, наилучшим образом демонстрируют завершенность и высокое качество работы диссертанта над приборной базой и программным обеспечением. Результаты моделирования пылевых оболочек звезд согласуются с ожидаемыми, основанными на имеющихся данных в литературе. При этом подход к оценке параметров пылевых оболочек является детальным и довольно точным, он основан на применении современных моделей переноса вещества и методах поиска оптимальных решений.

Диссертант имеет доминирующий вклад в создании и установке инфракрасной камеры и разработке программного обеспечения, необходимого для использования приборов КГО, и также внес значительный вклад в наблюдательных и аналитических работах, описанных в диссертации.

В совокупности, все части диссертации представляют собой полный цикл работ, который может быть выполнен наблюдателем. Это редкий случай, когда исследователь принимает непосредственное участие в каждом из этапов: от разработки приборов и их монтирования на телескопе до вычисления параметров объектов с помощью теоретических моделей. Такой исследователь является универсальным и, без сомнения, в дальнейшем сможет быть экспертом в каждой из изученных им областей.

Среди замечаний к диссертации можно отметить следующие:

1. В тексте диссертации неоднократно подчеркивается, что только часть спектров каталога звезд, основанного на наблюдениях с телескопа ISO (Sloan et al. 2003), может быть использована без перекалибровки. Создается впечатление, что авторы первыми обнаружили этот существенный недостаток телескопа ISO. Так ли это?
2. Из положения №4 следует, что созданный каталог включает в себя 236 звезд, а из текста главы 5 следует, что каталог состоит из 263 звезд. Очень вероятно, в одном из случаев допущена опечатка.
3. Во введении встречается фраза «Исследования таких звезд важны, так как они являются основными поставщиками вещества в межзвездную среду» и аналогичные по смыслу высказывания. По всей видимости, диссертант имеет в виду не «вещество», а конкретно «пыль», так как веществом может быть как пыль, так и газ.
4. В тексте нет разъяснений, почему фильтры L и M были заменены на фильтры L' и M'.
5. В пункте 1.5 пишется, что «В качестве объекта для первых наблюдений была выбрана известная углеродная звезда CW Leo», однако далее показаны пробные снимки Юпитера, Марса, Венеры и звезды RW Lmi, и про звезду CW Leo ничего не упоминается.
6. На с.58 описывается алгоритм поиска сигналов от космических лучей и коррекции данных за эффект от космических лучей. Алгоритм описан дважды, только разными словами.

7. К формуле на с. 82 даны расшифровки величин F и F_{sky} , при этом указаны единицы измерения «количество фотонов на пиксел», но для согласия в размерностях в формуле единицы должны быть «количество фотонов на пиксел на секунду».
8. На с.90 указано, что «Нашим критериям удовлетворяют 27 объектов нашего каталога». Хотелось бы иметь более подробную информацию об этих критериях.
9. На с.97 методика поиска наилучших параметров описана довольно сжато. Необходимо разъяснить, в частности, какие сетки параметров использовались на этапе использования метода «перебора», а какие на этапе - метода «градиентного спуска». Использовались сетки параметров с разным разбиением — грубым и более детальным?
10. На с.100 приводится следующая информация «был зафиксирован и состав пыли в оболочке — смесь графитовых пылинок с оптическими свойствами из работы [61] и пылинок из карбида кремния [62]». Однако из текста диссертации следует, что материалом углеродных пылинок является аморфный углерод, и более того, оптические свойства были взяты из работы Suh 2000, в которой представлены данные для аморфного углерода.
11. Одним из определяемых в диссертации параметров для звезд является численная пропорция между углеродными пылинками и пылинками из SiC , однако не уточнено, это пропорция между массами или концентрациями.
12. Не указаны единицы скорости потери вещества dM/dt (с. 100, 107).
13. Для звезды IRAS02143+5852 (раздел 4.3) полученные параметры приведены в таблице, было бы значительно лучше, если бы и для других звезд результаты были представлены в таком же виде.
14. Остается неясным, почему для оценки скорости потери массы для звезды T Dra использовалось значение отношение $M_{gas}/M_{dust}=150$, а для звезды V Cyg — 400.

15. Для звезды IRAS02143+5852 (раздел 4.3) в таблице 12 даны оценки размера пылинок. Это максимальное значение размера в распределении или в данном случае принимался один размер пыли для конкретной оболочки?
16. На рис. 4.5 приведенный график для a_{gr2} скорее всего является графиком для a_{gr3} , судя по значениям.
17. По рис. 4.8 сделан вывод о том, что полосы СО образуются в пылевой оболочке, однако полосы слабые и сделать вывод об их изменчивости или отсутствии таковой, а следовательно, об образовании, довольно трудно.
18. Присутствуют орфографические и пунктуационные ошибки, а также оборванные фразы: «Ее необходимо использовать, так как время накопления **родного** объекта при **спектральных** может достигать до нескольких часов»; «последний считанный сигнал **совпадает соответствует** сигналу»; подпись к рис. 2.13 - «... в фильтре **Ks**» (имеется в виду фильтр K?); «...объяснить уровень фона, обнаруженный в спектрах **аргоновой**, который является...»; встречаются как «пиксел», «пиксели», «пиксела», так и «пиксель», «пиксели», «пикселя»; и др.
19. Наконец, местами в тексте встречаются заимствованные из английского языка термины без кавычек и пояснений (например, «демон»), что может вносить неопределенности при прочтении материалов. Вдобавок используются сокращения AGB и post-AGB, хотя можно использовать русские варианты сокращений - АВГ и пост-АВГ.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание

ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Желтоухов Сергей Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук,
ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт астрономии Российской академии наук,
старший научный сотрудник отдела физики и эволюции звезд
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт астрономии Российской академии наук,
лаборант-исследователь лаборатории астрохимических исследований
Института естественных наук и математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина»

Мурга Мария Сергеевна

04.02.2025

Контактные данные:

тел.: +7-495-951-55-57, e-mail: murga@inasan.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена
диссертация: 01.03.02 – Астрофизика и звездная астрономия

Адрес места работы:

119017, г. Москва, ул. Пятницкая, д. 48,
Институт астрономии Российской академии наук,
отдел физики и эволюции звезд, администрация.
Тел.: 7-495-951-54-61; e-mail: admin@inasan.ru

Подпись сотрудника

Института астрономии Российской академии наук
Мурги М.С. удостоверяю:
ученый секретарь

М. С. Мурга

04.02.2025