

Отзыв официального оппонента о диссертационной работе А. П. Топчиевой

“Морфология и эволюция инфракрасных кольцевых туманностей вокруг областей ионизованного водорода”,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Взаимодействие излучения звезд с межзвездной средой относится к разряду классических задач астрофизики с более чем столетней историей. Несмотря на это, межзвездная среда, в частности взаимодействие с ней звездного излучения, продолжает удивлять нас всё новыми загадочными явлениями. К таковым относятся результаты наблюдений областей ионизованного водорода – зон HII, вокруг молодых массивных звезд, выполненные обсерваторией “Спитцер” (*Spitzer*)¹. Неожиданностью явилось обнаружение инверсного профиля температуры пыли вокруг звезд, а именно: вопреки ожидаемому уменьшению с удалением от центра, температура пыли увеличивалась к периферии и лишь за пределами области радиационного влияния от звезды начинала уменьшаться. Исследованию именно этого, не объясненного до последнего времени, эффекта посвящена диссертационная работа А. П. Топчиевой. Это дает основания уверенно утверждать, что приведенные в диссертации результаты **актуальны** и будут, безусловно, востребованы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и семи приложений с таблицами. Объем диссертации 121 стр., 28 рисунков, 7 таблиц, список литературы из 89 наименований достаточно полон.

Во введении дается краткий обзор современного состояния проблемы, общая характеристика работы, формулируются цели исследования и методы его реализации, их новизна и актуальность, практическая значимость, описывается личный вклад соискателя и апробация результатов, формулируются основные положения, выносимые на защиту, приводится список публикаций по результатам диссертации.

В первой главе дано описание “рабочего” каталога инфракрасных кольцевых туманностей (ИККТ – объекта исследования). В каталог вошло 99 объектов, из которых было выделено 32 объекта по критериям, определяемым интересами основной задачи исследования. В качестве главного критерия отбора объектов для каталога служило требование возможности адекватного сопоставления результатов одномерного

¹ Ссылки на эти результаты приведены в диссертации под номерами [12 – 14]

(сферически-симметричного) гидродинамического моделирования с наблюдательными данными. Параметрами для отбора были ограниченный сверху эксцентриситет ($e < 0.6$) и снизу – угловой радиус ($> 20''$). Для выбора объектов рабочего каталога ИККТ были использованы известные каталоги радиоисточников тормозного излучения, которые могли бы уверенно представлять зоны НII. Следующий этап включал выбор из них объектов обсерватории “Спитцер”. При анализе объектов использовались также данные обсерваторий “Гершель” (*Herschel*), WISE и AKARI.

Вторая глава содержит описание результатов фотометрического анализа объектов каталога ИККТ. В частности, проанализированы спектральные распределения энергии различных областей кольцевых туманностей и спектральные индексы в разных частях спектра. На основе этого выполнена оценка массовой доли полиароматических углеводородов (ПАУ) в кольцевых ИК структурах.

В третьей главе описывается процедура определения спектрального класса источников ионизации газа в инфракрасных туманностях, основанная на анализе и моделировании радиопотока в континууме на длине 20 см и потоков в инфракрасной области на длинах 8, 24 и 70 мкм.

В заключении кратко формулируются основные результаты, полученные в диссертации.

В целом, постановка задач, используемые для их решения методы, полученные результаты убедительно демонстрируют высокий уровень квалификации автора, соответствующий уровню кандидата физико-математических наук.

Есть несколько замечаний:

1. стр. 30: сравнение эксцентриситетов объектов из “рабочего” каталога диссертации и каталога из статьи Churchwell et al., 2006 (ссылка [12]) и правая панель на рис. 1.4 показывает очень слабую корреляцию (если не ее отсутствие). Это обстоятельство, как комментируется в тексте, связано с “бóльшей произвольностью выборов параметров эллипса” в работе [12]. Более явное описание отличия выбора параметров в диссертационной работе и в статье [12] было бы здесь вполне уместно. Кроме того, учитывая, что эксцентриситет является одним из важных параметров отбора объектов “рабочего” каталога для использования их в качестве прототипов для численного одномерного моделирования, имело бы также смысл охарактеризовать, насколько чувствительны результаты моделирования к эксцентриситету.

То же можно сказать и о соответствии позиционных углов эллипсов, определенных

в диссертации и в статье [12]: как видно из рис. 1.5, на длинах волн 70 мкм различия между PA могут достигать 100° .

2. стр. 33: второй абзац содержит описание процедуры построения радиальных профилей интенсивности ИККТ ее измерением в 359 направлениях. На рис. 1.2 показаны изображения объекта N80 на длинах волн 8, 24 и 70 мкм (слева направо), а соответствующие радиальные профили на рис. 1.8. Если судить по размерам максимумов яркости, показанных на рис. 1.2 черными точками, то они различны на разных длинах волн. В то же время, на рис. 1.8 профили для 24 и 70 мкм показывают максимумы примерно на одинаковых значениях радиуса. Это обстоятельство требует пояснений. Кроме этого, учитывая, что угловое разрешение на 8, 24 и 70 мкм сильно различается, то 359 направлений на них представляют собой различные по площади поверхности изображений ИККТ. Как такие различия могут влиять на интерпретацию результатов? Этот вопрос также нуждается в комментариях.

3. стр. 49, последний абзац: утверждение о том, что размеры апертур, определенных на длине волны 8 мкм, использовались затем для всех других длин волн от 24 до 500 мкм требует разъяснений, поскольку угловое разрешение для них сильно различается. Более того, пример туманности N80 на рис. 1.2 явно показывает эти различия для длин волн 8, 24 и 70 мкм.

4. стр. 64: аппроксимация в формуле (2.3.4) содержит большие числа перед логарифмами степеней эффективной температуры T_{eff} и поэтому может быть чрезвычайно чувствительной к неточностям её определения. Было бы важным прокомментировать это обстоятельство, а именно: насколько это может повлиять на выводы разделов 3.2 и 3.3, в частности, насколько может измениться вид графиков на рис. 3.3. и 3.5.

В тексте встречаются незначительные мелкие неточности, орфографические оплошности, опечатки, такие, например, как:

1. стр. 42: не указано, чему соответствует цветовая кодировка линий на рис. 2.2.

2. стр. 43: подпись на оси ординат рис. 2.3 звучит не вполне внятно. Возможно было бы лучше написать явно, что по оси ординат указана разность между цветами внешней и внутренней областей.

3. стр. 47: в формулах (2.2) – (2.4) указаны длины волн 7.9, 24, 71 мкм (как в статье [43] и в спецификациях *Spitzer*), а в тексте – длины волн 8, 24 и 70 мкм. Здесь была бы уместной оговорка о том, что в тексте диссертации для простоты используются

приближенные целые цифровые значения для центральных полос.

4. Названия координатных осей на некоторых графиках слишком мелки.

Приведенные выше замечания носят в основном технический характер или касаются стилистики изложения и не умаляют значимости и практической ценности результатов, полученных в диссертации, никак не затрагивают основных её выводов и положений, выносимых на защиту. Автореферат диссертации соответствует её содержанию. Результаты, представленные в диссертации, выполнены на высоком научном уровне, являются **новыми, актуальными и практически важными**. Они могут быть использованы и уже используются в исследованиях, проводимых в области инфракрасной астрономии, физики и химии межзвездной среды в целом ряде научных и учебных организациях страны: АКЦ ФИАН, ИКИ, ГАИШ, ИНАСАН, ЮФУ, УрФУ, КПФУ. Все результаты **оригинальны** и опубликованы в научной печати в ведущих профессиональных журналах и **апробированы** на многочисленных российских и международных астрофизических конференциях и демонстрируют высокий профессиональный уровень её автора. Диссертация соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор А.П. Топчиева безусловно заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 "Астрофизика и звездная астрономия".

22 августа 2020 г.

Доктор ф.-м. н., профессор,
гл. научн. сотр., ФГБУН Астрокосмический Центр
Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН
Щекинов Юрий
Андреевич

Тел: +7(495)3333366

email: yus@asc.rssi.ru

Ленинский пр., 53

Москва, В-333,

Россия, 119991



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Ученый секретарь

Колобов А.В.

« 28 » августа 2020 г.