

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»

А.В. Германенко
«20»  2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» на диссертационную работу Землянухи Петра Михайловича «Свойства областей образования массивных звезд и звездных скоплений на различных масштабах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. - «Физика космоса, астрономия».

Диссертация Петра Михайловича посвящена исследованию объектов, связанных с областями образования звезд и звездных скоплений, а также областями ионизованного водорода, окружающими недавно образовавшиеся массивные звезды: получению и обработке наблюдательных данных, их интерпретации и анализу. На основании результатов диагностики автор делает выводы о характеристиках и свойствах этих объектов, которые играют большую роль в понимании процесса образования звезд и планет.

В последние годы происходит бурное развитие наблюдательной базы, методов моделирования и интерпретации данных об объектах, связанных с образованием звезд и их воздействием на окружающее вещество. Поэтому выбранная тема, безусловно, является актуальной.

Целью работы автор называет изучение процессов образования звезд на разных пространственных масштабах (от сгустка до ядра), определение физических свойств газа и его кинематических характеристик и сопоставление результатов наблюдений и оценок с известными сценариями образования массивных звезд. Эта цель автором достигнута.

Для достижения поставленной цели автором решены важные задачи. Среди них проведение наблюдений на самых современных телескопах, разработка методов обработки и анализа данных. Были построены радиальные профили физических параметров и определена кинематическая структура ядра L1287 с помощью не-ЛПР моделирования переноса излучения в оптически толстых линиях, оценки параметров были соотнесены со сценариями эволюции. Автор

проанализировал распределение газа в окрестностях протозвездных объектов W42MME, S255IR NIRS3 и S255N SMA1 и сравнил его особенности с предполагаемыми сценариями эволюции газа. Было проанализировано распределение атомарного газа и особенности эволюции оболочки зоны НII S187.

Полученные в диссертационной работе результаты, несомненно, обладают высокой ценностью и научной новизной, а также, представляют заметную практическую значимость. Достаточно упомянуть разработанный автором метод снижения размерности при регрессионном анализе моделей. Идеи, на которых основан этот алгоритм, оказали влияние на другие методы статистического анализа. Особенности, выявленные П.М.Землянухой при анализе объектов S255IR, S255N и W42MME, были учтены в последовавших работах других авторов.

Содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения. Работа изложена на 230 страницах, содержит 78 рисунков и 14 таблиц. Список цитируемой литературы содержит 251 наименование.

В Введении описаны современные представления о разнообразии процессов образования звёзд большой массы. Дан краткий обзор предмета исследования и содержания диссертационной работы. Описаны актуальность работы, ее цели и задачи, новизна полученных результатов, их научная и практическая значимость. Представлена информация об апробации результатов и о публикациях по результатам исследований, а также о вкладе автора в работу.

Первая глава диссертации посвящена описанию методов, разработанных автором, которые в последующих главах будут использованы для поиска параметров, позволяющих получить удовлетворительные приближения наблюдательных данных теоретическими моделями.

Вторая глава посвящена обзору молекулярных ядер (около 50 штук) с инфракрасными точечными объектами, предположительно молодыми звездными объектами (МЗО), в молекулярных спектральных линиях с частотами от 72 до 90 ГГц. Проводилось картографирование 6 ядер. Использовался 20 м телескоп в Онсала (Швеция). Особое внимание уделялось регистрации линий дейтерированных молекул, вполне успешной. Построены модели излучения объектов в ряде радиолиний, но об этом практически ничего не написано. В разделе «Кинематика ядер» кратко приведены сведения о морфологии ядер: установлено, что обычно они содержат одну область повышенной интенсивности, в направлении которой наблюдается пик яркости практически всех наблюдавшихся молекулярных линий. Обнаружены признаки вращения молекулярного ядра G77.46+1.76. Дополнительно, в линиях молекул 12CO(2-1), C18O(2-1), 13CO(2-1), CS(5-4), CH3CCN(13-12) проведено картографирование области G192.76 в комплексе звездообразования S254-S258. Показано, что эта область имеет сложную

ветвящуюся структуру с общим градиентом скорости и локальными неоднородностями.

В третьей главе проведено скрупулезное моделирование карт излучения ядра L1287 в молекулярных радиолиниях $\text{HCO}+(1-0)$, $\text{H}^{13}\text{CO}+(1-0)$, $\text{HCN}(1-0)$ и $\text{H}^{13}\text{CN}(1-0)$, построенных по наблюдениям на 20 м радиотелескопе в Онсала. Успешно использовался разработанный диссертантом метод, позволивший определить распределения физических параметров в объекте в рамках сферически симметричной модели. Получены свидетельства глобального сжатия ядра.

В четвертой главе рассмотрены свойства оболочки области ионизованного водорода S187. Для этого использовались как собственные наблюдения на радиоинтерферометре GMRT (Индия), так и архивные данные. При проведении анализа диссертант проявил искусство обработки интерферометрических данных и их совместного анализа с наблюдениями на однозеркальных телескопах. Эти усилия привели к впечатляющему результату – выделению фрагментов атомарного газа в объекте, позволившему провести статистический анализ их параметров.

Пятая глава посвящена исследованию четырех объектов (S255IR, S255N, W42MME и S305), в которых наблюдаются молекулярные сгустки, околосозвездные диски и истечения из молодых звездных объектов. Среди них стоит отметить исследования объекта S255N, в котором диссертант обнаружил тор большого размера, на порядок превышающего обычные размеры протозвездных дисков.

В Заключении перечислены основные результаты диссертационной работы, а также направления дальнейшего развития темы диссертации.

В Приложении приведены дополнительные рисунки.

Таким образом, представленная диссертация представляет собой обширное комплексное исследование, содержащее важные результаты мирового уровня. Полученные результаты имеют неоспоримую актуальность, новизну, ценность и достоверность.

Достоверность результатов, публикации, апробация работы

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием высококлассных инструментов и качеством наблюдательных данных, а также подтверждается согласием результатов с теоретическими представлениями об эволюции рассматриваемых объектов. Представленные результаты опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК (11 публикаций), а также обсуждались на конференциях и семинарах, в том числе международного уровня.

Все результаты, выносимые на защиту, получены автором в результате совместных исследований, опубликованных с соавторами в научных статьях. При этом, личный вклад автора в эти работы значителен. Автор участвовал в подготовке

и подаче заявок на наблюдения, обработке интерферометрических данных и данных одиночной антенны, анализе наблюдений, оценке физических параметров газа и интерпретации результатов. Идеи и реализации алгоритмов также являются авторскими. Все представленные в диссертации результаты получены лично автором или при его определяющем вкладе.

Вопросы и замечания

Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, она логично построена и хорошо структурирована. Однако, при ознакомлении с текстом диссертации возникают замечания.

Основное замечание – это заметная небрежность в оформлении диссертации и автореферата. Присутствуют орфографические ошибки, затрудняющие чтение. Некоторые из них очевидны, как например «благодоря», но некоторые, типа «неизотопный коллапс», заставляют задуматься.

Номера источников в списке литературы перепутаны (список начинается с номера 13, а номера 1-12 появляются дальше). Нумерация глав в автореферате и диссертации различаются (вторая глава диссертации в автореферате имеет пятый номер).

Большой объем исследования привел к тому, что многие из утверждений не имеют достаточного обоснования в тексте диссертации. Например, для объекта S305 указано, что масса оболочки в 560 масс Солнца настолько велика, что свидетельствует о накоплении ею массы, но отсутствуют пояснения и оценки, подтверждающие этот вывод. Приходится обращаться к журнальным публикациям автора.

Многие рисунки имеют чрезвычайно низкое качество и не могут рассматриваться как иллюстрации приведенных утверждений. Снова приходится обращаться к публикациям.

Статья [A2] (по нумерации автореферата) в исследовании не цитируется и не используется, а упоминается только в утверждении о практической значимости. Кстати, вклад автора в эту работу не указан.

Присутствуют не совсем понятные жаргонизмы, например, «наблюдаемые феномены».

Указанные выше замечания являются важными, но не влияют на общую высокую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

Оценивая диссертацию в целом, необходимо подчеркнуть, что, несмотря на указанные недостатки, работа выполнена на высоком научном уровне с использованием наиболее современных инструментов и подходов. Результаты, полученные диссертантом и вынесенные им на защиту, вносят важный вклад в исследование процессов образования звёзд и их скоплений, а также в методическое обеспечение этих исследований. Результаты работы могут быть рекомендованы для использования в научных исследованиях по этой тематике, проводимых в астрономических институтах и обсерваториях Российской Федерации и всего мира. Научное содержание диссертации значительно превышает требования и средний уровень.

Диссертация Петра Михайловича Землянухи «Свойства областей образования массивных звезд и звездных скоплений на различных масштабах» является законченной научно-исследовательской работой и полностью удовлетворяет требованиям ВАК. Автореферат диссертации в полном объеме отражает основные результаты, полученные в работе. Автор диссертационной работы заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. - «Физика космоса, астрономия».

Отзыв подготовлен кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником Коуровской астрономической обсерватории УрФУ Андреем Михайловичем Соболевым.

Отзыв обсужден и утвержден на общем семинаре Коуровской астрономической обсерватории и кафедры астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды УрФУ, протокол № 5 от 13 ноября 2023 года.

Заведующий кафедрой астрономии,
геодезии, экологии и мониторинга
окружающей среды УрФУ
доктор физико-математических наук
тел. +7 (343) 389 95 89
e-mail: eduard.kuznetsov@urfu.ru

 Э.Д.Кузнецов

Сведения о ведущей организации:
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д.19.
Тел. +7 (343) 375 44 44, e-mail: contact@urfu.ru.