

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.032.01 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТА АСТРОНОМИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 15 декабря 2023 г. № 14 о присуждении
Землянухе Петру Михайловичу, Российской Федерации,
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Свойства областей образования массивных звезд и звездных скоплений на различных масштабах» по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия принята к защите 5 октября 2023г., протокол № 12, диссертационным советом 24.1.032.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института астрономии Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования, 119017 Москва, ул. Пятницкая, д.48, состав совета утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1731/нк от 13 декабря 2022г., частичные изменения состава внесены приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 846/нк от 20.04.2023.

Соискатель Землянуха Петр Михайлович, 1991 года рождения, в 2015 году окончил магистратуру ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород; с 01.09.2015 по 26.09.2019 обучался в аспирантуре ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород, по направлению подготовки 03.06.01

Физика и астрономия. В настоящее время работает в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН) научным сотрудником.

Диссертация выполнена в лаборатории высокочувствительных приемников миллиметрового диапазона (181) ИПФ РАН, Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Зинченко Игорь Иванович, заведующий отделом радиоприемной аппаратуры и миллиметровой радиоастрономии (180) ИПФ РАН.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается темой исследования и компетентностью в вопросах, рассматриваемых в диссертации. Компетентность подтверждается публикациями по схожей тематике оппонентов и сотрудников ведущей организации.

Официальные оппоненты:

д.ф.-м.н. **Васильев Евгений Олегович**, ведущий научный сотрудник лаборатории теоретической астрофизики Астрокосмического центра ФГБУН Физического института им. П.Н. Лебедева РАН;

к.ф.-м.н. доцент **Хайбрахманов Сергей Александрович**, старший научный сотрудник кафедры гидроаэромеханики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ), г. Екатеринбург,, – в своём положительном отзыве, составленном ведущим научным сотрудником Коуровской астрономической обсерватории УрФУ к.ф.-м.н. **Соболевым Андреем Михайловичем**, обсужденном на общем семинаре Коуровской обсерватории и кафедры астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды УрФУ и утвержденном

проректором по научной работе ФГАОУ ВО УрФУ д.ф.-м.н., доцентом Германенко Александром Викторовичем, указала, что диссертационная работа Землянухи Петра Михайловича выполнена на высоком научном уровне с использованием наиболее современных инструментов и подходов. Результаты, полученные диссидентом и вынесенные им на защиту, вносят важный вклад в исследование процессов образования звезд и их скоплений, а также в методическое обеспечение этих исследований. Диссертация полностью удовлетворяет требованиям ВАК, а её автор, Землянуха Петр Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Соискатель имеет 46 печатных научных работ. По теме диссертации опубликованы 11 работ в рецензируемых научных изданиях, все рекомендованы ВАК и входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования (WoS и/или Scopus). Основные результаты диссертации, выносимые на защиту, в этих работах изложены полностью. Случаев заимствования материала без ссылки на автора не выявлено.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. P. Zemlyanukha, I. I. Zinchenko, E. Dombek, L. E. Pirogov, A. Topchieva, G.Joncas, L. K. Dewangan, D. K. Ojha, S. K. Ghosh. Fragmented atomic shell around S187 H II region and its interaction with molecular and ionized gas // **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**. – 2022. – Vol. 515, no. 2. – P.2445-2463.
2. L. K. Dewangan, I. I. Zinchenko, P. M. Zemlyanukha, S. Liu, Y. Su, S. E. Kurtz, D. K. Ojha, A. G. Pazukhin, Y. D. Mayya. The Disk-Outflow System around the Rare Young O-type Protostar W42-MME // **The Astrophysical Journal**. – 2022. – Vol. 925, no. 1. – id.41, 25 pp.
3. Пирогов Л.Е., Землянуха П.М. Использование метода главных компонент для оценки параметров плотного ядра L1287 при вписывании модельных спектральных карт в наблюдаемые // **Астрономический журнал**. – 2021. – Т. 98. № 2. – С. 102-115.
4. N. K. Bhadari, L. K. Dewangan, P. M. Zemlyanukha, D. K. Ojha, I. I. Zinchenko, S. Sharma. Probing Gas Kinematics and PDR Structure around O-type

Stars in the Sh 2-305 H II Region // *The Astrophysical Journal*. – 2021. – Vol. 922, no. 2. – id.207, 12 pp.

5. Трофимова Е.А., Зинченко И.И., Землянуха П.М., Томассон М. Обзор областей образования массивных звезд в линиях дейтерированных молекул // *Астрономический журнал*. – 2020. – Т. 97. № 3. – С. 225-241.

6. Землянуха П.М., Зинченко И.И., Салий С.В., Рябухина О.Л., Лиу Ш.Ю. Пространственно-кинематическая структура области звездообразования массивных звезд S255N на разных масштабах // *Астрономический журнал*. – 2018. – Т. 95. № 5. – С. 344-365.

7. Пирогов Л.Е., Шульга В.М., Зинченко И.И., Землянуха П.М., Патока А.Н., Томассон М. Многочастотные исследования массивных ядер со сложной пространственно-кинематической структурой // *Астрономический журнал*. – 2016. – Т. 93. № 10. – С. 871-891.

На диссертацию и автореферат дополнительных отзывов не поступило.

В диссертационной работе рассмотрен широкий круг вопросов, связанных с исследованием областей формирования массивных звёзд в Галактике. Автор интерпретировал данные наблюдений источников свечения молекулярных линий в радио- и миллиметровом диапазонах, в том числе полученные самостоятельно. Определена кинематическая структура ядра облака L1287 с помощью моделирования переноса излучения в оптически толстых линиях без использования предположения ЛТР; оценки параметров сопоставлены со сценариями эволюции. Распределение газа в окрестностях протозвездных объектов W42MME, S2551R NIRS3, S255N SMA1 рассмотрено в контексте предполагаемых сценариев их эволюции. Проанализировано распределение атомарного газа и особенности эволюции оболочки зоны HII S187.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– На основе собственных наблюдений, в источниках G121.28+0.65, G34.403+0.233, G37.427+1.518, G77.462+1.759 и G99.982+4.17 впервые обнаружены плотные ядра с молодыми звёздными объектами. Выявлено

вращение объекта G77.462+1.759. В объекте G192.76+00.10 обнаружена сложная внутренняя структура и определена кинетическая температура газа. Обнаружены признаки сжатия или расширения в источниках L1287, G37.427+1.518, G77.462+1.759.

– Впервые определены масса, температуры и толщина атомарной оболочки области ионизированного водорода S187, обнаружена её клочковатость, определены массы, размеры и плотности её фрагментов. В оболочке обнаружены два молекулярных ядра, в одном из которых имеются признаки звездообразования, в другом – нет.

– Впервые вокруг массивного молодого звёздного объекта S255N SMA1 обнаружен околозвёздный тор с внутренним радиусом 8000 а.е. и внешним радиусом 12000 а.е. Высказано предположение, что из тора происходит акреция на двойную систему в центре.

– Подтверждено, что источник W42 ММЕ является массивной протозвездой на раннем этапе эволюции. Обнаружена клочковатость газа в истечении из объекта W42 ММЕ, что указывает на возможный эпизодический характер акреции на молодую звезду.

Теоретическая значимость исследования:

– Показано, что излучение в линиях HCO+, H₁₃CO+, HCN и H₁₃CN (1-0) является индикатором крупномасштабных движений газа плотных ядер.

– Для L1287 определены показатели степенных зависимостей плотности, турбулентной скорости и скорости сжатия облака от его радиуса. Сделан вывод о том, что сжатие облака может быть описано моделью глобального иерархического коллапса.

– Получены свидетельства последовательного стимулированного звездообразования в объектах S255IR и S255N, а для области S305 показано, что звездообразование обусловлено расширением области ионизированного водорода.

Практическое значение результатов исследования соискателя заключается в получении большого объёма данных об областях звездообразования и разработке процедур статистического анализа спектральных карт излучения в молекулярных линиях. Особенностью

методов является оптимизация алгоритма подбора параметров для расчёта модельных спектров, что ускоряет процесс оценивания физических параметров облаков в рамках предполагаемой модели. Представлены методы:

- k-ближайших соседей (кБС), предназначенный для анализа линий со сверхтонкой структурой с целью определения числа компонентов с различными доплеровскими скоростями;
- применения кБС для анализа карт в линии НI, основанный на предположении схожести физических условий для соседних участков на картах излучения, что приводит к близости параметров их спектров;
- вписывания модельных спектральных карт в наблюдаемые.

Достоверность результатов подтверждается их согласием с теоретическими представлениями об эволюции рассматриваемых объектов, использованием надёжных наблюдательных данных, публикаций полученных результатов в ведущих российских и зарубежных журналах, их аprobацией на российских и международных конференциях и семинарах.

Личный вклад соискателя:

Автор совместно с соавторами участвовал в постановке задач, обсуждении результатов и формулировании выводов. Представленные в диссертации алгоритмы разработаны лично автором. Результаты наблюдений получены автором лично или при его определяющем вкладе.

В ходе защиты диссертации были высказаны замечания:

- Основное замечание – это заметная небрежность в оформлении диссертации и автореферата, некоторые опечатки и неточные формулировки могут вводить в заблуждение.
- Не дано обоснования способу определения объёмной плотности фрагментов в области S187.
- Для построения модельных спектров плотного ядра в облаке L1287 использовалась модель сферически симметричного облака. Известно, что большинство ядер молекулярных облаков характеризуется наличием вращения и крупномасштабного магнитного поля, так что их эволюция не может рассматриваться в рамках одномерного сферически-симметричного

приближения. Автору следовало обсудить эти эффекты и их влияние на спектры изучаемого объекта.

Соискатель Землянущ П.М. согласился с большей частью замечаний, а на наиболее критические замечания и вопросы ответил, приведя собственную аргументацию.

На заседании 15 декабря 2023 г. диссертационный совет постановил: за решение научной задачи, имеющей значение для развития естественных наук, присудить Землянущу П.М. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 18 докторов наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета 24.1.032.01, д.ф.-м.н.

Бисикало Дмитрий
Валерьевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
24.1.032.01, к.ф.-м.н.

Чупина Наталия
Викторовна



15.12.2023