

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D061100 - Физика и астрономия»

АЛИМБЕТОВА ДИНА АЛТАЕВНА

Исследование молекулярных облаков в областях звездообразования

Общая характеристика работы

В этой работе представлен анализ большого галактического инфракрасного пузыря N24 на нескольких диапазонах длин волн для исследования молекулярной среды и среды звездообразования вокруг расширяющихся областей HII. Используя данные Herschel и ATLASGAL, были исследованы распределение и физические свойства пыли в пузыре. С помощью алгоритма Clumpfind2d было идентифицировано 23 плотных сгустка с размерами и массами в диапазоне 0,65–1,73 парсек и 600–16 300 M_{\odot} соответственно. Наблюдения NH_3 (1,1) и (2,2) были сделаны Наньшаньским 26-м радиотелескопом для анализа молекулярного окружения N24. Анализ кинетической температуры и гравитационной устойчивости этих скоплений предполагает гравитационный коллапс в некоторых из них. Массово-размерное распределение узлов и наличие массивных молодых протозвезд указывают на то, что оболочка N24 является областью непрерывного массивного звездообразования. Согласованность временных шкал динамики и фрагментации, а также избыточное количество молодых звездных объектов и сгустков, видимых с ребра, позволяют предположить, что на границе пузыря работает механизм «сбора и рассеяния», но присутствие темного инфракрасного облака на границе пузыря предполагает, что здесь также присутствует механизм «радиационной имплозии».

Актуальность темы

Процесс звездообразования — сложный процесс, требующий учета рассеяния и аккреции протозвездных объектов, а также потери массы за счет системы звездообразования в виде биполярных истечений.

Пылевой пузырь в инфракрасном (ИК) диапазоне, оболочечная структура, образованная взаимодействием расширяющейся области HII с окружающей межзвездной средой (ISM), является актуальной задачей для изучения эффектов массивной звездной обратной связи на окружающее вещество. За последнее десятилетие был достигнут значительный прогресс в понимании природы и звездообразования пузырей, которые формируются в соседних оболочках или ярких скоплениях.

В качестве моделей были предложены два механизма запуска звездообразования вокруг пузырей: модель «сбора и рассеяния» и модель «радиационной имплозии (RDI)». В процессе сбора и рассеяния (C&C) расширяющаяся наружу область HII сжимает и собирает среду в области между фронтом ионизации (IF) и ударным фронтом (SF). Эта оболочка между IF и SF уплотняется и может коллапсировать, образуя звезды. В процессе RDI

IF высвобождает SF в окружающее молекулярное облако, стимулируя коллапс ранее существовавших докритических сгустков с образованием звезд. Недавно несколько наблюдательных исследований и численного моделирования подтвердили, что эти два механизма, особенно механизм C&C, могут успешно объяснить звездообразование в нескольких регионах НП. Кроме того, большинство хорошо изученных пузырей относительно малы, а исследования больших пузырей с радиусом >5 угловых минут относительно редки. Большой пузырь, у которого достаточно времени для накопления окружающего вещества, облегчает поиск доказательств образования звезд нового поколения. Чтобы увеличить нашу наблюдательную выборку гигантских пузырей для изучения звездообразования в их окрестностях, мы следуем Черчвеллу и др. Мы выбрали из каталога большой галактический инфракрасный пылевой пузырь N24.

В этой работе использовались наблюдения N24 в дальнем инфракрасном диапазоне из космической обсерватории Гершеля и данные по аммиаку из обсерватории Наньшань. Эти данные использовались для изучения взаимодействия пузыря с его окружением, плотными скоплениями вокруг него, а также для изучения возможных сценариев звездообразования.

Целью работы является исследование областей звездообразования вокруг пылевого пузыря и более детальное изучение большого красного внешнего пылевого пузыря N24 Млечного Пути, а также изучить пылевое газовое окружение N24, используя инфракрасные, субмиллиметровые и радиоданные вместе с наблюдениями NH₃.

Задачи исследования

1. Обзор данных среднего инфракрасного диапазона N24 из архива космического телескопа Спитцер и обзор изображений диапазона InfraredArrayCamera (IRAC) из Экстраординарного инфракрасного обзора среднего плана Galactic Legacy (GLIMPSE).

2. Проведение исследований молекулярного излучения на Наньшаньском 26-метровом радиотелескопе Синьцзянской астрономической обсерватории.

3. Определение плотных частиц пыли, расположенных вдоль слоя пузырьков пыли, их среднего размера, средней температуры, средней плотности столба, средней массы и средней плотности тела.

Объекты исследования: Наблюдательные данные большого красного внешнего пылевого пузыря Млечного Пути N24, полученные с помощью InfraredArrayCamera (IRAC), Galactic Legacy Infrared Midplane Survey Extraordinaire (GLIMPSE).

Предмет исследования: Плотные частицы пыли, расположенные вдоль слоя пузырьков пыли.

Метод исследования

Для определения пылинок и их физических характеристик использовался алгоритм clupfind2d, а для обработки радиосигналов использовалась программная среда class.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Распределение молекулярного излучения NH₃ в радиоастрономических наблюдениях соответствует двум областям звездообразования G19.07-0.28 и G18.88-0.49 в оболочке N24.

2. Основные параметры выделенных 23 плотных сгустков соответствуют следующим значениям: средняя ширина - $0,92 \pm 0,06$ парсек, средняя температура $20,8 \pm 0,5$ К, средняя плотность столба $0,86(\pm 0,19) \times 10^{22}$ см⁻², средняя масса $2,66(\pm 0,81) \times 10^3 M_{\odot}$ средняя плотность тела $7,75 (\pm 0,46) \times 10^3$ см⁻³.

3. По распределению массы плотных сгустков идентифицировано 11 молодых звездных объектов (YSO), 9 из которых имеют массу более $8M_{\odot}$.

Научная новизна обусловлена тем, что впервые проводились следующие работы:

1. Были исследованы инфракрасная структура и распределения молекулярного излучения, и было обнаружено, что две ключевые области G19.07-0.28 и G18.88-0.49 в оболочке N24 соответствуют звездообразованию, вызванному расширяющимся пузырем.

2. 23 сгустка классифицированы по стадиям их эволюции. Почти все они распределяются вдоль мембраны пузырька и имеют следующие параметры: средняя ширина - $0,92 \pm 0,06$ парсек, средняя температура $20,8 \pm 0,5$ К, средняя плотность столба $0,86(\pm 0,19) \times 10^{22}$ см⁻², средняя масса $2,66(\pm 0,81) \times 10^3 M_{\odot}$ средняя плотность тела $7,75 (\pm 0,46) \times 10^3$ см⁻³.

3. При сопоставлении спектральных распределении энергии было идентифицировано 11 YSO, и было показано, что 9 из них имеют массу более $8M_{\odot}$. Такое распределение плотных скоплений указывает на то, что все они могут образовывать массивные звезды.

Теоретическая и практическая значимость работы

Научные результаты, полученные в диссертационной работе, могут быть использованы для изучения процессов и понимания механизма звездообразования.

Личный вклад автора

Автор диссертации принимал непосредственное участие в наблюдениях, обработке и анализе спектральных данных в обсерватории в Китае (Синьцзянская астрономическая обсерватория Китайской академии наук, Урумчи).

Результаты анализа получены лично в компьютерной программной среде. Научно-исследовательские задачи и обсуждение научных результатов проводились совместно с научными руководителями.

Достоверность результатов

Достоверность научных результатов работы подтверждена сравнением с результатами исследований аналогичных объектов, полученными другими авторами и опубликованными в международном научном журнале.

Апробация работы

По материалам диссертации опубликовано 6 публикаций.

Среди них 1 статья в высокорейтинговом журнале (Q1), включенным в базу данных Thomson Reuters и международную научную базу данных Scopus.

1. Алимбетова Д.А., Агишев А.Т., Көмеш Т., Тілеуқұлова А.Қ. Распределение NH_3 в области звездообразования. // al-Farabi Kazakh National University Recent Contributions to Physics. — 2021, 76, №1, — С. 12-15.

2. Alimbetova D.A., Xu Li, Jarken Esimbek, Jianjun Zhou, W. A. Baan, Weiguang Ji, Xindi Tang, Gang Wu, Xiaoke Tang, Qiang Li, Yingxiu Ma, Serikbek Sailanbek, Dalei Li, Molecular environs and triggered star formation around the large Galactic infrared bubble N 24. // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 487, Issue 2, August 2019. P. 1517–1528.

3. Алимбетова Д.А., Агишев А.Т., Хохлов С.А. Инфрақызыл N24 көпіршіктің айналасындағы жұлдыздың қалыптасуы. // Журнал проблем эволюции открытых систем. — 2020, 1, №1, — С.65-70.

4. Агишев А.Т. , Алимбетова Д.А., Хохлов С.А. Орион тұмандығындағы интеграл формалы жіпшесінің негізгі жотасы бойындағы турбуленттілік пен өзқауымдылық. // Журнал проблем эволюции открытых систем. — 2019, 1, №21, — С. 61-66.

5. Агишев А.Т. , Алимбетова Д. А. Информационная энтропия основного хребта нити интегральной формы скорость-температура в облаке Ориона. // Фараби Әлемі 2019. – Қазақстан, С.243.

6. Алимбетова Д.А. Молекулярное окружение большого галактического инфракрасного пузыря N 24 // Фараби Әлемі 2021. – Қазақстан, С.175.

Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, трех частей, заключения, списка литературы и приложения. Работа представлена в виде 85-страничного машинописного текста с 29 рисунками, 19 формулами, 5 таблицами и библиографией, содержащей 109 названий.