

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет»



С. В. Микушев

января

2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» на диссертационную работу **Селезнева Антона Федоровича** «Исследования населения, структуры и динамики звездных скоплений», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

Диссертационная работа А.Ф. Селезнева посвящена актуальной проблеме исследования звездных скоплений, их эволюции и звездного состава. Значимость изучения подобных объектов проявляется во многих направлениях современной астрономии, в том числе таких как исследование процессов звездообразования, совершенствование теорий звездной эволюции, создание и уточнение шкал расстояний, исследование структуры, динамики и эволюции Галактики. Современные наблюдения в различных областях спектра, успешная работа новых космических миссий позволяют получить высокоточные пространственные и кинематические параметры объектов, данные о химическом составе, ряд других характеристик. Благодаря высокоточным данным активно развиваются исследования молодых массивных скоплений, центральных (ядерных) скоплений в нашей Галактике и в ближайших галактиках, изучаются звездные населения шаровых скоплений; в инфракрасном диапазоне открывают сотни скоплений, зачастую еще погруженных в образовавшие их облака; исследуются строение и эволюция скоплений и движущихся групп звезд, выделяются «приливные хвосты» скоплений.

Достижение ряда целей, поставленных автором в диссертационной работе, является весомым вкладом в исследование звездных скоплений по обширному ряду направлений, в том числе таких как определение фундаментальных параметров ряда малоизученных рассеянных скоплений, а также структурных и кинематических характеристик близких к Солнцу скоплений, исследование динамических свойств и эволюции корон

рассеянных скоплений, изучение состава звездного населения некоторых шаровых скоплений, исследование формирования звездных скоплений.

В рамках проведенных исследований автором решен широкий спектр задач: создан ряд методов для построения функций распределения, характеризующих скопления, разработана методика и формулы для учета неразрешенных компонентов кратных систем и их влияния на оценки характеристик скопления, создано программное обеспечение для применения метода Kernel Density Estimator (KDE) к определению поверхностной плотности числа звезд и радиальных профилей плотности, выполнены численные эксперименты в рамках задачи N тел для определения корон скопления, проведен подробный анализ результатов моделирования, исследованы методы оценки вероятности принадлежности звезд к скоплению и получены выборки вероятных представителей для ряда близких к Солнцу рассеянных скоплений, показана возможность исследования крупномасштабной структуры Галактики по скоплениям на примере изучения искривления галактического диска, представлен новый Атлас рассеянных скоплений и веб-приложение для работы с ним.

Не вызывают сомнения высокая ценность и научная новизна полученных в диссертационной работе результатов: впервые подробно исследованы 25 рассеянных скоплений, выявлена их природа; показана гравитационная неустойчивость ядра скопления Плеяд, получена существенно полная и «чистая» выборка принадлежащих скоплению звезд; выявлена структура звездного потока, связанного со скоплением α Per; изучены формирование и динамика корон рассеянных скоплений, подтверждено наличие протяженных корон; для шарового скопления ω Cen впервые показана существенность различия пространственного распределения для населений разных типов, – здесь приведена лишь часть полученных в исследовании ярких и значимых результатов.

Содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения. Диссертация изложена на 318 страницах, содержит 81 рисунок и 23 таблицы. Список цитируемой литературы содержит 299 наименований.

Во введении обоснованы актуальность и значимость исследования, приведен обзор современного состояния исследований звездных скоплений, описано содержание диссертации, охарактеризована новизна полученных результатов, приведены сведения о апробации результатов и о публикациях по результатам исследований.

В главе 1 описана методика построения радиальных профилей поверхностной и пространственной плотности звездных скоплений. Для получения распределений поверхностной плотности числа звезд и радиальных профилей плотности адаптирован метод KDE. Для 25 малоизученных рассеянных скоплений приведены результаты звездных подсчетов и фотометрических исследований, а также представлены

результаты исследования структуры диска Галактики в полях нескольких рассеянных скоплений.

В главе 2 приведены результаты исследований, подтверждающих наличие протяженных корон у некоторых рассеянных скоплений, а также результаты исследования корон в численных моделях скоплений, обсуждаются причины образования корон и процесс диссипации. Исследован ряд близких рассеянных скоплений. Описано создание нового Атласа рассеянных звездных скоплений и веб-приложения для атласа.

В главе 3 для шаровых скоплений ω Cep и Agr 2 приведены результаты исследования структуры и звездного состава. Для ω Cep показано различие пространственного распределения для звезд различных населений. Для Agr 2 исследовано распределение «голубых бродяг», обсуждается вопрос о формировании таких объектов в процессе эволюции тесных двойных систем.

В главе 4 приведены результаты исследования экстремально молодых скоплений (NGC 2070 и погруженных скоплений в области звездообразования G174+2.5). Показана сложная структура гало NGC 2070, приведена оценка массы. Для области G174+2.5 представлены карты поверхностной плотности и списки звездных скоплений, обнаружено ранее неизвестное скопление S232IR.

В главе 5 представлены результаты построения функций масс и функций светимости нескольких скоплений. Сопоставлены оценки масс, полученные динамическими методами и методом, основанном на звездных подсчетах. Исследовано влияние наличия неразрешенных двойных звезд и кратных систем на получаемую по функции масс оценку массы скопления, рассмотрены различные предположения о доле двойных и кратных звезд и о распределении компонентов таких систем по массам.

Заключение содержит основные результаты исследований, а также направления дальнейших исследований.

Достоверность результатов, публикации, апробация работы

Достоверность полученных результатов, положений и выводов обосновывается результатами моделирования, а также путем сопоставления с результатами других авторов. Также достоверность результатов подтверждается публикациями в рецензируемых рейтинговых научных журналах: 24 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, при этом результаты исследований приведены еще в 27 публикациях.

Результаты проведенных исследований были представлены на многочисленных всероссийских и международных конференциях, семинарах и симпозиумах, включая IAU Symposium No. 351, MODEST 19 „Star Clusters: From the Milky Way to the Early Universe“ (Болонья, 2019 г.), международную конференцию „Stellar aggregates over mass and spatial scales“ (Бад-Хоннеф, 2016 г.), JENAM-2000, 9-th European and 5-th Euro-Asian Astronomical Society Conference (Москва, 2000 г.).

Не вызывает сомнений доминирующий личный вклад автора в диссертационную работу. Автором разработано и протестировано программное обеспечение для анализа наблюдательных данных, созданы новые методы и подходы к определению ряда параметров звездных скоплений, выполнены расчеты, анализ полученных результатов. В тексте диссертации вклад автора конкретизирован.

Вопросы и замечания

Диссертационная работа написана хорошим научным языком, логично построена и хорошо структурирована. Тем не менее, при ознакомлении с текстом диссертации возникли небольшие вопросы и замечания.

В разделе 1.2, несмотря на подробные описания объектов и приведенные ссылки на публикации, было бы полезно для наглядности привести иллюстрации к обсуждаемым скоплениям и группам звезд, как это сделано на Рис. 1.4 для Czernik 38.

На Рис. 3.9 для построения профиля проводятся звездные подсчеты в кольцах шириной 10". Чем был определен выбор такой ширины кольца, не будет ли заметного изменения формы профиля при варьировании ширины кольца в допустимых пределах?

В разделе 5.1 на стр. 225–226 в случае рассмотрения функции блеска в полосе V при обсуждении достоверности минимумов целесообразно указать количественную оценку достоверности второго минимума, по аналогии с первым.

На Рис. 5.4 и 5.5 представлены доверительные области шириной $\pm 1\sigma$ и $\pm 2\sigma$ соответственно. Возможно, для удобства сопоставления будет наглядней указывать оба типа доверительных областей на каждом рисунке?

Также имеются незначительные замечания по орфографии и пунктуации, однако они никоим образом не влияют на восприятие изложенного хорошим стилем материала диссертации.

Указанные выше замечания носят частный характер и не влияют на общую высокую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Антона Федоровича Селезнева «Исследования населения, структуры и динамики звездных скоплений» является законченной научно-исследовательской работой, полностью удовлетворяет высоким требованиям ВАК. Диссертационная работа вносит весомый вклад в исследование звездных скоплений. Автореферат диссертации в полном объеме отражает основные результаты, полученные в работе. Автор диссертационной работы заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

Отзыв подготовлен доктором физико-математических наук, профессором Кафедры небесной механики Натальей Яковлевной Сотниковой.

Отзыв обсужден и утвержден на заседании Кафедры небесной механики ФГБОУ «Санкт-Петербургский государственный университет», протокол № 9 от 13 января 2022 г.

Заведующий Кафедрой небесной механики СПбГУ, профессор Кафедры небесной механики СПбГУ,
доктор физико-математических наук
тел. +7 (812) 428 41 63
e-mail: i.shevchenko@spbu.ru

И.И. Шевченко

И.И. Шевченко

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9.
Тел. +7 (812) 363 62 58; e-mail: spbu@spbu.ru

