

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Ялялиевой Лидии Наилевны на тему «Изучение структуры и кинематики рассеянных звездных скоплений в окрестностях Солнца», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия

Диссертация Лидии Наилевны Ялялиевой нацелена на изучение кинематических, физических и статистических свойств рассеянных звездных скоплений (РЗС). Значения многих характеристик РЗС, таких как среднее расстояние, возраст, компоненты скорости, показатели цвета, индексы металличности, вычисляются как средние с участием большого количества звезд, поэтому они отличаются высокой точностью. Такие характеристики служат основой для изучения структуры и кинематики Галактики, спиральной структуры, процессов звездообразования, звездной эволюции и др.

Выделение вероятных членов звездного скопления является важной задачей. Это особенно актуально при анализе РЗС в густонаселенных звездами областях, где на луче зрения оказываются звезды различных возрастов, принадлежащих различным скоплениям. В диссертации этому вопросу уделено значительное место. Дано подробное описание применяемых алгоритмов для надежного установления звездного состава анализируемых РЗС.

Диссертантом проведены спектральные измерения звезд, являющихся членами четырех РЗС, из этих оригинальных наблюдений извлечены значения лучевых скоростей звезд, идентифицированы их спектральные классы. Для ряда РЗС оценены важнейшие характеристики, такие как среднее расстояние, возраст и масса. Таким образом, **актуальность избранной темы диссертации не вызывает сомнений.**

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и четырех приложений. Она изложена на 116 страницах, включает вместе с приложениями 28 таблиц и 29 рисунков, список литературы содержит 126 наименований.

Сущность полученных результатов. В первой главе диссертации проведено исследование окрестности ассоциации Sco OB1. Дано подробное описание фотометрических ПЗС-наблюдений в фильтрах *UBVI* звезд в области ПЗС Trumpler 24. В итоге диссертантом был составлен каталог высокоточных фотометрических характеристик более 11 тысяч объектов, ошибки тригонометрических параллаксов (по данным Gaia DR2) которых не превышают 20%. Выделение вероятных членов скопления Trumpler 24 было осуществлено с использованием алгоритма кластеризации в 5-мерном пространстве, с использованием экваториальных координат, собственных движений и параллаксов звезд. В основе метода отбора лежит известный алгоритм кластеризации DBSCAN. Регион наблюдений был охарактеризован с точки зрения звездного населения: возраста, расстояния, покраснения и кинематики. Были выделены нескольких звездных группировок с различными фундаментальными свойствами, принадлежащих двум основным семействам. Наиболее молодые группировки, обозначенные как В (В1, В2 и В3), С, F и G вошли в семейство I. Это OB-звезды главной последовательности и звезды, еще не достигшие главной последовательности разных классов. В частности, со скоплением Trumpler 24 совпадает группа В. К семейству II были отнесены более возрастные и более далекие от Солнца группировки А, D и E. В итоге было заключено, что семейство I — это звездное население, связанное с ассоциацией Sco OB1, центром которой является NGC 6231, а семейство II — это более старое население, не связанное с ассоциацией Sco OB1.

Во второй главе проведено исследование ПЗС NGC 225. Составлен список вероятных членов этого скопления. Причем 29 ярчайших звезд из этого списка имеют вероятность членства более 50%. С использованием проведенных с

участием диссертанта спектроскопических наблюдений, были найдены значения лучевых скоростей для 29 самых ярких членов скопления вплоть до $G=13^m.4$ в фильтре G Gaia EDR3. Оценена доля двойных звезд среди этих 29 звезд, которая оказалась равной 0.52, вычислена средняя лучевая скорость скопления -9.8 ± 0.7 км/с. Получены также оценки фотометрического расстояния 667 ± 18 пк, возраста $\log \tau = 8.0-8.2$ dex и массы скопления. Причем оценки массы сделаны для двух случаев доли двойных α . Для случая $\alpha = 0$ масса равна $\mathcal{M}\alpha = 155.2 \pm 2.0 M_{\odot}$, а для случая $\alpha = 0.52$ $\mathcal{M}\alpha = 170.5 \pm 2.2 M_{\odot}$.

В третьей главе проведено фотометрическое и спектроскопическое исследование трех РЗС – FSR 866, NGC 1960 и Stock 2. Здесь была использована фотометрия и спектроскопия Gaia DR3 для предварительно отобранных ярких звезд-членов этих скоплений. Диссертантом получен список вероятных членов скоплений с применением метода кластеризации DBSCAN в трехмерном пространстве собственных движений и параллаксов. В итоге были получены следующие оценки важнейших параметров: $\log (\text{Age/yr}) = 8.50$ и расстояние = 463 пк для Stock 2, $\log (\text{Age/yr}) = 7.48$ и расстояние = 1202 пк для NGC 1960 и $\log (\text{Age/yr}) = 9.57$ и расстояние = 1330 пк для FSR 866. Вычислены средние значения лучевых скоростей для этих трех скоплений, а также оценена доля двойных в каждом из них.

Научная новизна результатов диссертации определяется тем, что в ней уточнены или впервые определены основные физические параметры для таких рассеянных звездных скоплений как NGC 225, FSR 866, NGC 1960 и Stock 2, а также для ряда структур в области скопления Trumpler 24. Причем физические параметры этих скоплений были определены на основе собственных фотометрических и спектральных наблюдений, а также с привлечением высокоточных данных из различных опубликованных версий наблюдений космического эксперимента Gaia, а именно из каталогов Gaia DR2, Gaia EDR3 и Gaia DR3.

Степень обоснованности научных положений, выносимых на защиту, научных выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, а также их достоверность. Все результаты диссертации обоснованы. Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием надежных методов отбора звездного состава рассеянных звездных скоплений, применением высокоточных методов обработки и анализа наблюдательных фотометрических и спектральных данных, а также согласием полученных результатов с опубликованными другими авторами.

Замечания по диссертации:

1). В первой главе со ссылкой на работу Ward et al. (2020) говорится о том, что “большинство ассоциаций не показывает признаков расширения”. Чтобы исключить некоторую однобокость в этом вопросе укажем на результат анализа одной из ближайших к Солнцу ассоциаций, TW Нуа. По данным каталога Gaia DR3 в работе Luhman, AJ 165, 269 (2023) найдено не просто расширение вдоль одного направления или в плоскости, а объемное расширение с коэффициентом $K_{\{x,y,z\}}=0.102+0.009$ км/с/пк. Это говорит о том, что возможными являются обе модели эволюции звездных ассоциаций – иерархическая (без расширения) и классическая (с потерей газа и расширением).

2). На стр.42 сказано, что “изначально мы использовали данные с ошибками параллакса не более 20%”. Известно (Lutz, Kelker, PASP 85, 573, 1973), что при таком уровне ошибок параллаксов желателен учет эффекта Лутца-Келкера, но об этом в диссертации ничего не сказано.

Редакционные замечания:

1). Совсем не сказано о том, как было получено сглаженное распределение поверхностной плотности звезд на нижней панели рис.1.7.

2). На стр. 28 для группы А, D и (возможно) E семейства II указаны следующие компоненты скоростей: $\mu_{\alpha}^* = -1.7$ мсд/год, $\mu_{\delta} = -3.7$ мсд/год. А в п.1.4 на стр. 31 для них же дано $\mu_{\alpha}^* = -0.3$ мсд/год, $\mu_{\delta} = -1.3$ мсд/год.

Диссертация написана ясным языком, хорошо проиллюстрирована. Оценивая диссертацию в целом, можно заключить, что она является законченным научным исследованием, направленным на детальное изучение структурных и кинематических свойств ряда избранных рассеянных звездных скоплений. Высказанные замечания не влияют на высокую оценку диссертации.

Полнота представления результатов. Основные результаты диссертации отражены в 4 научных статьях, опубликованных в рецензируемых журналах с высоким импакт-фактором. Результаты диссертации докладывались на российских и международных астрономических конференциях. В работах, написанных в соавторстве, личный вклад соискателя четко обозначен. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Заключение. Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования, все вышеизложенное позволяет заключить, что диссертация Лидии Наилевны Ялялиевой “Изучение структуры и кинематики рассеянных звездных скоплений в окрестностях Солнца” является законченным самостоятельным исследованием, выполненном на высоком научном уровне. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Диссертация соответствует специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия (по физико-математическим наукам) и удовлетворяет критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Автор диссертации Ялялиева Лидия Наилевна безусловно заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
заведующий лабораторией динамики Галактики
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Главной (Пулковской)
астрономической обсерватории
Российской академии наук (ГАО РАН)

Бобылев Вадим Вадимович

06 мая 2024 года

Контактные данные:

тел. +7 812 363-7252, e-mail: vbobylev@gaoran.ru

Адрес места работы:

196140, Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, д. 65, корп. 1

ГАО РАН, лаборатория динамики Галактики

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена

диссертация: 01.03.01 - Астрометрия и небесная механика

Подпись В. В. Бобылева удостоверяю,

Зам. директора по орг. вопросам ГАО РАН,

кандидат физ.-мат. наук

6.05.2024 г.

Т. П. Борисевич