

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию ПОСТНИКОВОЙ Екатерины Сергеевны «Кинематика и эволюция рассеянных звездных скоплений по данным Gaia», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия

Диссертация **Постниковой Екатерины Сергеевны** посвящена решению важной задачи – изучению кинематики, пространственной структуры и эволюции рассеянных звездных скоплений, а также связанных с ними и отдельных звездных потоков разного возраста в рамках сценария распада и эволюции звездных скоплений и ассоциаций. Очевидна исключительная актуальность этой задачи, особенно учитывая лавинообразное нарастание объема кинематических и фотометрических данных о звездах, включая появление в последнее время массовых фотометрических (PanStarrs, WISE, Skymapper, IGAPS, VPHAS+, UKIDSS и т.д.) спектроскопических (LAMOST, Gaia-ESO и т.д.) обзоров и опубликование все новых редакций данных космического астрометрического проекта Gaia, которые включают, в том числе, высокоточные фотометрические измерения в единой системе в очень широком диапазоне блеска – от самых ярких звезд до объектов 20-21 звездной величины, а также измерения лучевых скоростей. Для ассоциаций, а особенно скоплений это обеспечивает большой прогресс с точки зрения надежного отбора членов и, следовательно, более надежного определения фундаментальных параметров (расстояния, возраста, величины межзвездного поглощения) и исследования

внутренней кинематики (особенно учитывая малую величину дисперсии скоростей в рассеянных скоплениях).

Диссертация Е.С.Постниковой состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и двух приложений. В ней 153 страниц, 35 рисунков и 19 таблиц. В списке литературы – 262 наименования.

В первой главе рассматривается сценарий эволюции звездных скоплений и обсуждаются источники имеющихся данных о скоплениях и их звездах, а также создание автором собственных списков звезд ряда скоплений, которые приводятся в двух приложениях (для звезд скоплений IC 2391 и Гиады). Вторая глава посвящена поиску и исследованию двойных скоплений в нашей Галактике. В третьей на примере близких звездных скоплений IC2391 (вместе с соответствующим потоком) и Плеяды исследуются особенности ранних стадий эволюции рассеянных скоплений, а четвертая глава посвящена аналогичному исследованию поздних стадий эволюции на примере близкого потока Большой Медведицы и далекого скопления NGC2158.

Полученные диссидентом результаты **актуальны** – подробные исследования близких скоплений и скоплений с хорошо представленными данными рамках выбранного сценария образования скоплений и ассоциаций позволяют лучше понять характер образования и эволюции этих систем, а уточнение их расстояний и возрастов играет большую роль для такой актуальной и стремительно набирающей популярность области, как поиск и исследование экзопланет. Сравнительное исследование скоплений, потоков и ассоциаций важно для уточнения и настройки методов выделения ассоциаций и исследования процесса звездообразования в Галактическом диске.

В диссертации получен ряд **новых** результатов. Среди них – оригинальный каталог кандидатов в двойные скопления, уточнение списков кандидатов в члены скоплений и звездных потоков, включая обнаружение новых возможных членов на основе разработанных автором критериев отбора. Необходимо также отметить подробный пространственно-кинематический анализ выбранных скоплений, уточнение их возрастов расстояний и выявление особенностей пространственной структуры – в частности, особый интерес представляет обнаружение эллиптичности центральной части Гиад и выявление особенностей его кинематической неоднородности. Важными представляются результаты автора о направлении пространственной вытянутости разных скоплений (практически в направлении центра Галактики для ядра Гиад, вдоль направления вращения для скопления IC2391 и под углом около 40 градусов к направлению на центр Галактики для связанного с этим скоплением потока).

Использование автором современных массовых высокоточных данных, хорошо проверенных и зарекомендовавших себя методов – в частности, методов AD диаграмм и точки схождения, хорошее согласие результатов, полученных разными методами, а также согласие полученных в диссертации результатов с результатами других авторов свидетельствует об **обоснованности и достоверности** полученных в работе результатов.

К диссертации есть ряд замечаний.

1. Некоторые представленные результаты (например, характеристики Плеяд, пространственно-кинематические характеристики Гиад) основаны на данных самого первого выпуска каталога Gaia – их желательно было уточнить на основе более

поздних выпусков Gaia, особенно учитывая малую величину дисперсии скоростей и проблемы с нуль-пунктом шкалы тригонометрических параллаксов.

2. Утверждение на с. 39 о том, что «Данные из каталога Gaia DR1 (наблюдение с 25.07.2014 по 16.09.2015) и каталога Gaia DR2 (наблюдение с 25.07.2014 по 23.05.2016) являются полностью независимыми друг от друга» не совсем верно – и те, и другие, очевидно, включают измерения, выполненные в период с 25.07.2014 по 16.09.2015.
3. На с. 49 утверждается, что Vázquez et al. [222] исследовали 8 кандидатов на двойные скопления во внутренней области Галактики (на окрестности в пределах $180^\circ \leq l \leq 270^\circ$ и $-5^\circ \leq b \leq 5^\circ$). Область $180^\circ \leq l \leq 270^\circ$ – скорее внешняя по отношению к солнечному кругу часть Галактического диска.
4. Оценку расстояния до скопления NGC 2391 на С. 65 можно было выполнить проще на основе медианного параллакса. На с. 50 утверждается, что в обзоре LAMOST приведены атмосферные характеристики для 2 миллионов звезд, в то время как в общедоступной версии LAMOST DR7 эти данные приведены для более, чем 6 млн звезд.
5. На С. 42 утверждается о возможном наличии ошибок в астрометрических данных из-за высокой степени межзвездного поглощения, причина которого непонятна.
6. На С. 63 при сравнении оценок расстояния до скопления IC2391 результаты разных авторов приведены в виде модуля расстояния и линейного расстояния. Модуль расстояния из Efremov et al. [72] – $m-M=5.84$ желательно было дополнить соответствующим линейным

расстоянием (147), чтобы было удобно сравнить эту оценку с двумя другими, приведенными в том же абзаце.

7. На с. 112 утверждается, что источником оценок поглощения для звезд потока Большой Медведицы была работа Bica et al. [19]. Как понятно из общего контекста, это на самом деле работа Kunder et al. [128] (каталог RAVE), в котором значения межзвездного поглощения определены по карте Schlegel et al. (1998). Поэтому в случае отсутствия соответствующих данных для некоторых звезд было бы логично оценить поглощение по этой же карте (или на основе другой модели распределения поглощения), а не исходя из грубого предположения $Av=1.9\text{mag}/\text{кпк}$.
8. Утверждение на с. 8 о том, что покидающие скопление звезды постепенно рассеиваются по всей Галактике не совсем верно – скорее следует говорить о рассеянии по всему Галактическому диску.

Есть также ряд замечаний по оформлению работы:

1. В работе встречаются опечатки и неудачно построенные фразы (напр., «прицельного параметра косого столкновения двух фрагментов джинсовского сгустка и последующего расстояние между ними» на с. 21, «исследования, что скопления, включающее достаточное количество» на с. 27, «должено» на с. 31, «Возраст скопления колеблется в пределах 40 млн. лет» на с. 52, «Разницей эпох по сравнению с Gaia DR2 мы пренебрегли ввиду ее незначительности (несколько угловых секунд)....» на с. 69 – речь идет о различии координат, вызванном разницей эпох, «Она проведена путем выравнивания звездной плотности с фоновой плотностью» на с. 70, многократное употребление слова «дистанция» вместо «расстояние»).

2. Отсутствует название скопления на Рис. 4.13.
3. В подписи к Рис. 4.14 на с. 122 « $\lg t = 9.34$ (красный), 9.38 (зеленый), 9.42 млрд. лет» название единиц «млрд. лет» желательно перенести после $\lg t$: $\lg t$ («млрд. лет»).
4. Встречается жаргон: «выходят за пределы трех сигм от среднего апекса» на с. 93.

Вместе с тем, диссертация безусловно представляет собой важное и законченное научное исследование по актуальной тематике и приведенные замечания никак не влияют на ее высокую оценку.

Полнота представления результатов. Основные результаты диссертации отражены в 12 научных статьях, из которых 6 работ опубликованы в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК, в том числе в таких ведущих астрономических изданиях, как *Astronomical Journal* и *Astronomy and Astrophysics*. Результаты диссертации неоднократно докладывались на российских и международных астрономических конференциях. В работах, написанных в соавторстве, личный вклад соискателя четко обозначен. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Заключение. Диссертация Постниковой Екатерины Сергеевны «Кинематика и эволюция рассеянных звездных скоплений по данным Gaia» является законченным самостоятельным исследованием, выполненном на высоком научном уровне. Диссертация удовлетворяет всем критериям, установленным Положением ВАК о порядке присуждения степени кандидата наук, а ее автор Постникова Екатерина Сергеевна, безусловно заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,

зав. отдела астрометрии и службы времени

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова», Государственный астрономический институт имени
П.К.Штернберга

ДАМБИС Андрей Карлович

подпись

8 июня 2022 г.

119234, Москва, Университетский проспект, д. 13,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова», Государственный астрономический институт имени
П.К.Штернберга

Тел.: +7(495)9590690; e-mail: mirage@sai.msu.ru

Подпись сотрудника

ОРГАНИЗАЦИИ А.К.Дамбиса удостоверяю:

Директор ГАИШ член-корр. РАН К.А.Постнов

