

**ОТЗЫВ официального оппонента  
на диссертацию на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук  
Чулкова Дмитрия Александровича  
на тему «Исследование популяции визуальных двойных звёзд»  
по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия**

Диссертация Дмитрия Александровича Чулкова посвящена исследованию важных свойств звездного населения солнечных окрестностей – в первую очередь, оценки масс, начальной функции масс и соотношения масса-светимость – на основе анализа популяции визуально-двойных звезд, которые используются как инструмент для получения ограничений на ряд параметров звездного населения вообще. Проблема эта неразрывно связана с другой задачей, тоже решаемой в диссертации, – снабжение известных визуально-двойных звезд достаточно надежными оценками параллаксов на основе анализа зачастую противоречивых данных для этих систем. Важным побочным продуктом исследования является апробация приведенных в каталоге Gaia EDR3 погрешностей параллаксов для компонентов двойных звезд и вывод поправочных коэффициентов к заявленным погрешностям.

Диссертация состоит из введения, двух глав и заключения. Диссертация содержит 109 страниц с 26 рисунками и 16 таблицами. В списке литературы 148 наименований.

Во **введении** дается общий обзор исследований по рассматриваемой проблеме, обосновывается актуальность научная новизна и практическая значимость, формулируются цели работы и выносимые на защиту положения. В **первой главе** рассматривается применение метода популяционного синтеза к выборке известных визуально-двойных звезд для вывода ограничений на начальную функцию масс главных и вторичных компонентов и на распределение размеров орбит систем. **Вторая глава** посвящена снабжению параллаксами из каталога Gaia EDR3 визуально-

двойных звезд с известными орбитами, выявлению оптических пар, валидации опубликованных в каталоге Gaia EDR3 оценок ошибок параллаксов визуальных двойных звезд, выводу соотношения масса-светимость в полосе G Gaia.

Тема диссертации безусловно **актуальна** – двойные звезды и, в частности, визуальные двойные являются главным и практически незаменимым средством прямого определения важнейшей характеристики звезд – массы и, как следствие, начальной функции масс, которая в значительной степени определяет ход и характер эволюции звездных популяций. Космическая астрометрическая миссия Gaia придала новый импульс в этом направлении – в первую очередь, благодаря беспрецедентному прогрессу в точности определения тригонометрических параллаксов звезд, а также в качестве источника однородных внеатмосферных фотометрических данных в широчайшем динамическом диапазоне от самых ярких звезд до 20-21 звездной величины.

Среди **новых** результатов автора следует отметить подбор и определение на основе тщательного анализа имеющихся данных надежных оценок параллаксов – всего для 3350 систем (причем для 198 из них для их компонентов параллаксы в каталоге Gaia EDR3 отсутствуют) и масс для максимального количества визуально-двойных звезд с известными орбитами, вывод важных ограничений на начальную функцию масс звезд в широких окрестностях Солнца, независимую оценку реальных ошибок тригонометрических параллаксов каталога Gaia EDR3 на основе анализа данных для визуально двойных звезд, а также вывод зависимости масса-светимость в широкой полосе G Gaia. Одним из важных результатов диссертации является вывод о лучшей согласии исследованных наблюдательных данных с сеткой моделей звездной эволюции PARSEC по сравнению с сеткой моделей MIST.

Использование автором хорошо себя зарекомендовавших и широко апробированных методов популяционного синтеза и статистических методов в применении к надежным и высокоточным данным, в первую очередь, полученным в рамках космических астрометрических проектов Hipparcos и Gaia, является залогом **обоснованности** полученных результатов.

Применение созданной на основе данных о визуальных двойных звездах популяционной модели к одиночным звездам дает результаты, которые находятся в согласии с данными подсчетов звезд каталога Tycho-2, что свидетельствует о **достоверности** полученных в диссертации результатов, которые были опубликованы в авторитетных рецензируемых журналах, а также представлены в докладах на российских и международных конференциях. Д.А.Чулков внес основной вклад в получение выносимых на защиту результатов – две статьи опубликованы диссертантом без соавторов, еще в одной его вклад является определяющим. Во всех случаях вклад диссертанта четко обозначен.

К работе есть ряд замечаний:

- (1) В используемой автором модели пространственного распределения звезд Солнце находится в точности в Галактической плоскости (стр. 31), хотя известно, что на самом деле оно удалено от нее на расстояние около 25 пк.
- (2) Один из важных результатов автора – вывод соотношения масса-светимость в полосе G Gaia, в ходе которого, в частности, используется модель распределения межзвездного поглощения. Этот результат можно без труда дополнить выводом соотношения масса-MW, где MW - «абсолютная величина Wesenheit», которая определяется по независимой от поглощения функции Wesenheit  $W = G - 1.9 \cdot (GB - GR)$ .
- (3) Как отмечено на стр. 55, «несмотря на отсутствие специализированных решений для двойных звезд, данные EDR3 успешно используются для их изучения» - но, очевидно, что возникающие в связи с этим погрешности зависят от орбитального периода. В связи с этим было бы

желательно сравнить результаты, получаемые для двойных с короткими и длинными периодами, взяв в качестве граничного значения удвоенную текущую длительность миссии Gaia (ок. 20 лет) – движение компонентов с более короткими орбитальными периодами можно заведомо нельзя считать прямолинейным.

- (4) В Таблицах 9 и 10 для каждого кандидата в оптические пары желательно было привести значение отношения  $M_e/M_d$ .
- (5) В Таблице 11 для наглядности следовало привести не количество звезд со значениями  $\Delta\omega/\sigma$ , а их долю в общем числе звезд в указанном квартиле (т.е., для  $\Delta\omega/\sigma < 1$  – 0.56, 0.49, 0.37, 0.21, а не 71, 62, 47, 26).
- (6) На гистограмме распределения видимой звездной величины компонентов визуальных систем на рисунке 2 на стр. 20 не хватает «цветовой» расшифровки столбиков, соответствующих главным и вторичным компонентам визуальных систем широких и тесных пар.

Вместе с тем, указанные замечания ни в коей мере не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия (по физико-математическим наукам), а также 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.

Таким образом, соискатель Чулков Дмитрий Александрович безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук,  
ЗАВЕДУЮЩИЙ отделом астрометрии и службы времени Государственного  
астрономического института имени П. К. Штернберга Московского  
государственного университета имени М.В.Ломоносова

ДАМБИС Андрей Карлович

9 октября 2023 г.

Контактные данные:

тел.: +7(495)9391622, e-mail: mirage@sai.msu.ru  
Специальность, по которой официальным оппонентом  
защищена диссертация:  
01.03.02 – астрофизика, радиоастрономия

Адрес места работы:

119234, г. Москва, Университетский пр., д. 13,  
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга  
Тел.: +7(495)9392046; e-mail: director@sai.msu.ru

Подпись сотрудника МГУ А. К. Дамбиса удостоверяю:

начальник отдела канцелярии

Л. Н. Новикова

09.10.2023