

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Авдеевой Александры Сергеевны на тему «Исследование параметров звёзд и определение межзвёздного поглощения по данным больших современных обзоров неба», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия

В диссертации Авдеевой Александры Сергеевны решен ряд важных астрономических задач. Изучены фотометрические свойства выборки кандидатов в коричневые карлики. Уточнена зависимость межзвездного поглощения от расстояния. Указаны перспективы применения моделей машинного обучения к выделению коричневых карликов из различных фотометрических обзоров неба. Проанализированы оценки значений эффективной температуры миллионов звезд. В работе использованы самые современные высокоточные наземные и космические измерительные данные, спектроскопические, фотометрические и астрометрические. Это каталоги RAVE, GALAH, LAMOST, WISE, 2MASS, Gaia EDR3 и др. Таким образом, **актуальность избранной темы диссертации** не вызывает сомнений.

Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения. Она изложена на 122 страницах, включает 16 таблиц и 33 рисунка, список литературы содержит 99 наименований.

Сущность полученных результатов. В первой главе диссертации разработаны фотометрические критерии поиска коричневых карликов в обзорах WISE, 2MASS и DES. С их использованием проведен поиск коричневых карликов. Для 96 из 135 объектов, удовлетворяющих предложенным критериям, нашлись общие звезды с каталогом Gaia DR3. В итоге обнаружено в

общей сложности 43 объекта, которые диссертантом классифицированы как новые кандидаты в коричневые карлики.

Вторая глава посвящена разработке инструмента для поиска коричневых карликов в больших фотометрических обзорах с использованием методов машинного обучения. По литературным данным собрана фотометрическая информация о коричневых карликах типов L и T, и объектам других спектральных классов. Для дальнейшего анализа данных применены четыре модели: Случайный лес, Метод опорных векторов, XGBoost и нейронная сеть TabNet. Эти методы были обучены выявлять коричневые карлики среди всех объектов по фотометрическим данным. Было показано, что результаты классификации у всех моделей стабильно высокие, все модели превосходят результативность классификации методами, известными из литературы. При изучении особенности моделей, было обнаружено, что показатель цвета $(i-y)_{PS1}$ является наиболее важным признаком в большинстве случаев. Этот показатель цвета можно использовать впоследствии и независимо в задачах отбора коричневых карликов по цвету. Этот результат не был ранее отмечен в других работах и является совершенно новым. Подтверждена также важность показателей цвета $(z_{PS1}-J)$, $(i-z)_{PS1}$ и $(z-y)_{PS1}$, часто использующихся в задаче классификации коричневых карликов.

В третьей главе проведено сравнение оценки эффективной температуры из каталога Gaia DR3 с данными из спектроскопических обзоров высокого разрешения, в частности, APOGEE и GALAH. Кроме того, исследовано применение методов машинного обучения для идентификации эффективных температур хорошего качества в данных Gaia DR3.

В четвертой главе по данным Gaia EDR3 и RAVE DR6 получено межзвездное поглощение в полосе V для объектов в 40 областях южного неба. Сравнение рассчитанных поглощений с различными моделями и картами межзвездного поглощения показывает качественное сходство, что указывает на

адекватность выбранного метода определения поглощения. Для областей, в которых аппроксимация была проведена успешно, выполнено приближение параметров закона косеканса полиномом из сферических гармоник и получено приближенное аналитическое описание распределения поглощения по небу. Тем не менее, существуют области, где решение стремится к нулю в пределах погрешности (области с отрицательными значениями параметров), поэтому разумного решения для таких областей найти не представляется возможным. Был сделан вывод о том, что для получения разумных решений для областей с низким полным поглощением необходимо уменьшить ошибку аппроксимации на порядок.

Научная новизна результатов диссертации определяется тем, что в ней разработаны фотометрические критерии поиска коричневых карликов в современных фотометрических обзорах WISE, 2MASS и DES с учетом разделения на яркие, транзитные и слабые коричневые карлики. Применение такого подхода позволило обнаружить 135 объектов, удовлетворяющих условиям поиска. Сделан вывод о том, что 11 из них выявлен впервые.

Исследована возможность использования моделей машинного обучения для выделения коричневых карликов в обзорах WISE, 2MASS и Pan-STARRS. Для этого был создан обучающий набор данных, включающий коричневые карлики, красные карлики и звезды других спектральных классов. На этом наборе были обучены три модели классического машинного обучения и одна нейронная сеть. Обученные модели на тестовых данных превзошли существующие в литературе методы поиска коричневых карликов, основанные на показателях цвета, что говорит о большом потенциале методов машинного обучения для решения данной задачи.

Впервые был разработан метод оценки качества эффективных температур, представленных в каталоге Gaia DR3, с помощью машинного обучения и получены флаги качества для этих эффективных температур. Подход

определения межзвездного поглощения с помощью данных спектроскопических обзоров был распространен на южное небо с использованием данных обзора RAVE.

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 применением высокоточных методов статистического анализа и машинного обучения, использованием современных фотометрических и спектроскопических всенебесных обзоров неба, а также согласием полученных результатов с опубликованными другими авторами.

Замечания.

Основное замечание связано с необходимостью пояснения качества калибровочной выборки коричневых карликов, взятой из литературы, где эти звезды расположены в окрестности Солнца радиусом 20 пк. Радиус выборки еще ни о чем не говорит. Известно, что важнейшим параметром здесь является относительная ошибка тригонометрических параллаксов, использованных для вычисления абсолютных звездных величин и пространственных скоростей звезд. Хотелось бы знать подробности.

Имеется также ряд замечаний редакционного характера:

1). Часто в тексте, в таблицах и на осях рисунков не указаны единицы измерения. Например, рис.1.2 (для T_{eff} необходимо указать в градусах, показатель цвета ($J-K_s$) в звездных величинах), рис. 4.5, Таблица 1 и др.

2). На рис. 1.8 (б) единицы собственного движения необходимо писать как mas yr^{-1} (вместо yr^{-1}).

3). На всех панелях рис. 4.7 необходимо указать, что единицами измерения угловых координат l и b являются градусы.

Диссертация написана ясным языком, хорошо проиллюстрирована. Оценивая диссертацию в целом, можно заключить, что она является законченным научным исследованием, направленным на а) определение параметров поглощения межзвездной среды с использованием данных различных астрономических обзоров и миссий, б) исследование параметров звезд и в) разработку и апробацию новых методов для поиска и классификации астрономических объектов, в частности, коричневых карликов. Высказанные замечания не влияют на высокую оценку диссертации.

Полнота представления результатов. Основные результаты диссертации отражены в 5 научных статьях, опубликованных в рецензируемых журналах с высоким импакт-фактором. При этом в четырех статьях диссертант является первым автором. 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. Все вышеизложенное позволяет заключить, что диссертация Авдеевой Александры Сергеевны “Исследование параметров звёзд и определение межзвёздного поглощения по данным больших современных обзоров неба” 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 Авдеева Александра Сергеевна, 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



3 сентября 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

03.09.2024 г.



Т. П. Борисевич