

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

Диссертация Александры Сергеевны Авдеевой посвящена использованию фотометрических и спектроскопических данных современных обзоров значительной части или всего неба (Gaia, WISE, 2MASS, Pan-Starrs, RAVE, DES, APOGEE, GALAH, LAMOST) для решения ряда безусловно-**актуальных** задач – (1) поиску и классификации коричневых карликов – очень распространенных объектов, занимающих промежуточное положение между звездами и планетами, в том числе методами машинного обучения, (2) изучению межзвездного поглощения в разных областях нашей Галактики, (3) оценке качества эффективных температур, приведенных в последней версии каталога Gaia, (4) построению моделей машинного обучения для выделения в каталоге Gaia объектов, для которых такие оценки могут считаться достаточно надежными (т.е., имеющими ошибки не более 250 K).

Диссертация А.С.Авдеевой состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, списка рисунков и списка таблиц. Объем диссертации составляет 122 страницы, в ней 33 рисунка и 16 таблиц. В списке литературы – 99 наименований.

В первой главе описывается вывод основанных на показателях цвета правил отбора коричневых карликов в больших фотометрических обзорах с использованием в качестве обучающей выборки списка известных коричневых карликов в пределах 20 пк от Солнца. Полученные результаты используются для поиска коричневых карликов в пересечении обзоров DES, WISE и 2MASS. Вторая глава посвящена применению моделей машинного обучения для поиска коричневых карликов в больших фотометрических

обзорах. Все четыре использовавшиеся модели машинного обучения (случайный лес, XGBoost, метод опорных векторов и нейронная сеть TabNet) оказались эффективнее опубликованных ранее методов классификации. Установлена особая важность показателя цвета $(i - y)PS1$ в качестве признака классификации коричневых карликов. Предмет третьей главы – построение флагов качества для оценок эффективных температур Gaia GSP-Phot с помощью моделей машинного обучения на основе сравнения со спектроскопическими оценками температур по данным обзоров APOGEE/GALAH. Установлено, что ошибки оценок эффективных температур Gaia GSP-Phot по-видимому не меньше 250 K, а качественными являются оценки примерно для 2/3 всей выборки Gaia GSP-Phot. В четвертой главе строится модель распределения поглощения, основанная на спектроскопических данных обзора RAVE в сочетании с астрометрическими и фотометрическими данными обзора Gaia, которая сравнивается с тремя трехмерными и одной из двумерных моделей поглощения.

Безусловным достоинством работы является широкое использование современных методов машинного обучения для решения задач классификации объектов и оценки качества вычисленных значений их параметров на основе данных массовых фотометрических обзоров. Автором получен ряд **новых** результатов – в первую очередь, следует отметить **первое** применение методов машинного обучения для поиска коричневых карликов по фотометрическим данным, продемонстрировавшее более высокую эффективность по сравнению с ранее предлагавшимися правилами отбора, а также выделение надежных оценок эффективной температуры среди наиболее обширного массива таких оценок, предлагаемого в последней версии каталога Gaia (около 2/3 всей выборки или свыше 300 млн объектов) и **первое** массовое получение флагов качества оценок эффективных температур коричневых карликов. Среди выявленных автором коричневых карликов обнаружено 11 ранее неизвестных таких объектов, которые отсутствуют в

базе данных SIMBAD и, следовательно, обнаружены автором **впервые**. Также **впервые** установлена относительно большая важность показателя цвета $(i - y)PS1$ в качестве признака классификации коричневых карликов по сравнению с другими показателями цвета. Важным представляется вывод о том, что реальные ошибки эффективных температур Gaia GSP-Phot составляют около 250 К.

Использование автором современных массовых фотометрических и астрометрических каталогов в сочетании с новыми, но при этом уже основательно проверенными и доказавшими свою высокую эффективность методами машинного обучения, а также согласие построенной модели поглощения с результатами других работ говорит об **обоснованности и достоверности** полученных автором результатов.

Полнота представления результатов. Полученные автором результаты опубликованы в 5 статьях в ведущих рецензируемых международных и российских научных изданиях. Одна статья написана соискателем без соавторов, в остальных вклад соискателя решающий и четко обозначен. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Результаты диссертации докладывались на российских и международных конференциях.

К работе есть ряд замечаний:

- (1) При проверке соответствия координат предположительно одного и того же объекта в разных обзорах его собственному движению это собственное движение и «небесная траектория» объекта определяются на основе всего двух положений, взятых из каталогов 2MASS и DES, при том, что для большинства сильно красных звезд в рассматриваемом диапазоне звездных величин в базе данных проекта WISE/NEOWISE должны быть в наличии фотометрические -- и что особенно важно -- также и позиционные данные около двух сотен

наблюдений, выполненных на протяжении всей программы WISE и NEOWISE, охватывающие период с 2010 года и до настоящего времени (вывод аппарата с орбиты и его сгорание в земной атмосфере ожидается в конце 2024 года).

- (2) Среди используемых в рассматриваемой диссертации фотометрических обзоров неба отсутствует обзор Spitzer полосами пропускания, близкими к полосам обзора WISE, но с большей глубиной и лучшим разрешением.
- (3) Непонятен смысл предложения «Зачастую, $A_k/A_0 < 1$ » на с. 87.
- (4) В однотипных таблицах (например, Таблицы 5 и 6) названия одних и тех же характеристик приводятся то на русском («точность», «полнота»), то на английском (“precision” и “recall”) языке.
- (5) В Таблице 15 приводятся значения в «машинном формате» вроде « $6 \pm 7e4$ », по-видимому, означающие $(6 \pm 7) \times 10^4$. (или $6 \pm (7 \times 10^4)$?).
- (6) Есть случаи употребления жаргона и неудачно построенных фраз – «использована фотометрия обзора 2MASS и астрометрии Gaia DR2», «межзвездные поглощения для более миллиона звезд» на с. 8, «для получения самосогласованных температур» и «астрофизических параметров, полученных с помощью различных кодов расчета звездной атмосферы» на с. 9, «коричневые карлики имеют сходства с экзопланетами гигантами» на с. 5, «радиальных скоростей» вместо «лучевых скоростей» на с. 92, во фразе «Стоит отметить, что c_1 и c_2 на самом деле не являются постоянными из-за широты полосы G Gaia» на с.87 очевидно имеется в виду «... из-за ШИРИНЫ полосы G Gaia».
- (7) В перечислении сделанных по представленным результатам докладов на конференциях (с. 17-18) в ряде случаев не указано место проведения конференции (например, «Всероссийская астрономическая конференция, 23 августа – 28 августа 2021, устный доклад, онлайн»).

Заключение. 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 отделом 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

11 сентября 2024 г.



119234, Москва, Университетский проспект, д. 13,
ФГБОУ ВО «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

