

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию СИЧЕВСКОГО Сергея Григорьевича «Межзвездное поглощение и характеристики звезд: использование больших обзоров неба», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия

Диссертация Сергея Григорьевича Сичевского нацелена на построение детальной трехмерной карты распределения межзвездной поглощающей материи в Галактике. Примеры построения трехмерных карт распределения поглощающей материи в Галактике, конечно, известны (например карта Маршалла и др., 2006 или карта Гончарова, 2017), однако их применимость ограничена 1-2 килопарсеками от Солнца. В настоящее время такой карты, охватывающей область вокруг Солнца радиусом хотя бы 5-10 кпк не существует. Только по аналогии с другими галактиками, которые можно наблюдать плашмя и изучать детально, можем предполагать, что основная часть поглощающей материи в диске нашей галактики сосредоточена в спиральных рукавах. Однако этого знания явно недостаточно, так как хорошо известно, что для распределения поглощающей материи характерна кластерная структура на различных масштабах. В диссертации предлагаются методы, позволяющие восстановить зависимость межзвездного поглощения от гелиоцентрического расстояния. Причем как раз с учетом кластерной и нерегулярной структуры пространственного распределения поглощающей материи. Основой этих методов является оценка физических характеристик большого количества звезд. Для решения поставленных задач применяются самые современные массовые многоцветные фотометрические обзоры, такие как GALEX, SDSS, Pan-STARRS, Gaia, 2MASS или IPHAS. Таким образом, актуальность работы не вызывает сомнений.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и трех приложений. Она изложена на 196 страницах, включает вместе с приложениями 15 таблиц и 83 рисунка, список литературы содержит 79 наименований.

Сущность полученных результатов. В диссертации Сергея Григорьевича предложен вероятностный подход, позволяющий по многоцветной фотометрии и априорным данным разделить звезды по их атмосферным характеристикам, а также вынести суждение о межзвездном поглощении.

Показано, что применение многоцветной фотометрии звезд, например, из обзоров SDSS и 2MASS, с привлечением априорных данных о значениях

температуры и ускорения силы тяжести на поверхности звезды, позволяет оценить физические характеристики звезды и определить параметры кривой межзвездного поглощения. Подход основан на методе максимального правдоподобия и заключается в численном статистическом моделировании.

Проведено исследование применения байесовского подхода в построении карты межзвездного поглощения на основе фотометрических наблюдений. Здесь анализируются не одиночные звезды, а вся совокупность звезд в рассматриваемой области. Это позволяет использовать дополнительную априорную информацию о том, что межзвездное поглощение не должно убывать с увеличением расстояния от наблюдателя, что накладывает ограничения на возможный вид зависимости поглощения от расстояния.

Поиск оценок максимального правдоподобия в рамках рассмотренной вероятностной модели был реализован методом Монте-Карло с цепями Маркова, который представляет собой итеративную процедуру, требующую расчета теоретического значения измеряемой величины — блеска звезды — для большого набора значений, характеризующих звезду и межзвездное поглощение. Поэтому для расчета значений блеска звезд, необходимых для вычисления функции правдоподобия, был реализован подход, представляющий компромисс между быстротой и точностью.

Диссертант показал, что в случае совместного анализа звезд из одной области и в предположении о единой зависимости поглощения от расстояния для восстановления этой зависимости по многоцветной фотометрии звезд в полосах 2MASS, SDSS (Pan-STARRS) и Gaia необходимы априорные знания значений температуры звезды и расстояния до нее. В том случае, когда для некоторого небольшого количества звезд из исследуемой области есть только априорная информация о расстоянии до них, показано, что для этих звезд можно ожидать «восстановление» изначально отсутствующих значений температуры, ускорения силы тяжести и радиуса.

В диссертации создан способ определения таких физических характеристик, как радиус звезды, ее массы и светимости по значениям атмосферных параметров. Проверка метода осуществлена по хорошо изученным звездам в двух густонаселенных областях. А именно, в области главной последовательности и в районе ветви красных гигантов. В итоге было показано хорошее согласие с наблюдениями.

Наконец, были определены интервальные и точечные оценки значений радиуса, массы и светимости для 700481 звезды спектральных классов A, F, G и K из обзора LAMOST, металличность которых лежит в диапазоне от -0.845 до 0.0. Созданный каталог помещен в базу данных VizieR.

Научная новизна результатов диссертации определяется тем, что в ней:
1). Разработан эффективный способ оценок радиуса, массы, светимости звезд по значениям их температуры, ускорению силы тяжести и металличности. 2). Разработан новый способ оценки межзвездного поглощения по многоцветной

фотометрии звезд, априорному знанию их характеристик и вида зависимости поглощения от расстояния, который позволяет совместно использовать многоцветную фотометрию из обзоров разных диапазонов длин волн. 3). В диссертации отношение полного поглощения к селективному Rv не фиксируется, а допускается его изменение в широком диапазоне. 4). Впервые определена зависимость межзвездного поглощения от расстояния для двух областей, используя многоцветную фотометрию звезд из каталогов Pan-STARRS, Gaia и 2MASS, а также априорные данные о температуре, ускорении силы тяжести звезд из каталога LAMOST и значения тригонометрических параллаксов звезд из каталога Gaia.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, а также их достоверность. Все результаты диссертации обоснованы. Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием наиболее точных из опубликованных массовых многоцветных фотометрических данных о звездах, использованием репрезентативных выборок звезд, применением вероятностных методов, которые позволяют четко указать границы применимости оцениваемых параметров, а также согласием полученных результатов с опубликованными другими авторами.

Замечания по диссертации:

1). В выводах выносимых на защиту говорится об относительной методической погрешности оценки диаметра звезды в 10%. Желательно указать какие ошибки определения расстояний до звезды здесь требуются для достижения указанной точности.

2). В работе использованы эволюционные треки звезд в широком диапазоне масс с различным химсоставом. Однако речь идет либо о звездах на главной последовательности, либо о гигантах. А если взглянуть на ближайшую околосолнечную окрестность (радиусом менее 500 пк), то можно заметить наличие здесь заметного количества звезд типа Т Тельца – звезд не достигших стадии главной последовательности. У таких звезд свои эволюционные треки. Хотелось бы знать к какому смещению сделанных оценок искомых параметров может привести наличие в выборке скрытых звезд типа Т Тельца.

Редакционные замечания:

1). Можно высказать сожаление о том, что в списке литературы отсутствуют ссылки на работу Г.А. Гончарова, Письма в АЖ т. 43, 521 (2017), где описана трехмерная карта межзвездного поглощения, построенная по фотометрическим данным красных гигантов из каталога 2MASS, а также на монографию Н.А. Сахибуллина (*Методы моделирования в астрофизике*, Казань, “Фэн”, 2003. –389 с.), где дано детальное описание методов определения физических характеристик звезд по фотометрическим данным.

Диссертация написана ясным языком, хорошо проиллюстрирована. Оценивая диссертацию в целом, можно заключить, что она является законченным научным исследованием, направленным на детальное изучение распределения поглощающей материи в Галактике. Высказанные замечания не влияют на высокую оценку диссертации.

Полнота представления результатов. Основные результаты диссертации отражены в 20 научных статьях, из которых 11 работ опубликованы в реферируемых журналах, входящих в список ВАК. 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. Все вышеизложенное позволяет заключить, что диссертация Сергея Григорьевича Сичевского “Межзвездное поглощение и характеристики звезд: использование больших 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 Сичевский Сергей Григорьевич, безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия.

Официальный оппонент
доктор физ.-мат. наук,
заведующий лабораторией динамики Галактики
ГАО РАН

В. В. Бобылев

196140, Россия, Санкт-Петербург,
Пулковское шоссе д. 65 корп. 1,
vbobylev@gao.ru,
тел. +7 921 4233953,
Бобылев Вадим Вадимович.

05.11.2021 г.

Подпись В.В. Бобылева удостоверяю,
Ученый секретарь ГАО РАН,
кандидат физ.-мат. наук



О. Ю. Барсунова