

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Специальной астрофизической
обсерватории Российской академии наук


к.ф.-м.н. Г.Г. Валявин

« » мая 2024 г.



Отзыв ведущей организации на диссертацию

Косенко Дарьи Николаевны

«Молекулы HD в холодной диффузной фазе межзвездной среды»
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.3.1 – физика космоса, астрономия

Диссертационная работа Д.Н. Косенко «Молекулы HD в холодной диффузной фазе межзвездной среды» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук. Она состоит из Введения, пяти Глав, Заключения, Списка литературы, содержащего 169 наименований и двух приложений. Общий объем диссертации – 141 страница.

Холодная газовая среда относительно низкой плотности — одна из наиболее труднодоступных для наблюдений фракций межзвездной среды. В то же время, знание ее физических условий — плотности, температуры, ионизационного фона — важно для понимания процессов галактического звездообразования и особенностей барионного цикла во Вселенной. В данной диссертации эти условия изучаются по наблюдениям молекулы HD. С одной стороны, это весьма информативный канал информации, с другой стороны, исследование изотопного состава вещества Вселенной является сложной задачей астрономической спектроскопии, требующей как относительно высокого спектрального разрешения, так и моделей, адекватно описывающих абсорбционные спектры. Большую трудность создает также низкая распространенность молекулы HD относительно обычного молекулярного водорода. Но поскольку коллектив ФТИ им. Иоффе уже имеет богатый опыт изучения дейтерида водорода (эти работы начинались еще под руководством Дмитрия Александровича Варшаловича), то перед диссертантом были поставлены достаточно смелые

задачи, требующие сочетания высокоточных экспериментальных данных с теоретическими расчетами и математическими методами анализа наблюдаемых спектров.

Диссертация четко структурирована, материал ясно излагается и богато иллюстрирован. После краткого, но четкого введения в проблему, и описания каналов формирования молекулярного водорода (Глава 1), во второй Главе описывается поиск новых систем HD в спектрах всех известных квазаров на красных смещения $z=2-3$, полученных на телескопах диаметром 8-10 м. В результате, удалось найти 5 новых систем и наложить предел на лучевые концентрации еще в 12, что существенно увеличивает имеющуюся выборку. Правда, здесь есть небольшие нестыковки. Так, на стр. 26 говорится, что ранее было известно всего 12 абсорбционных систем HD, хотя в таб. 2.1 их 15, а на рис. 2.7 их 14.

Далее в Главе 3 диссертации изучаются системы HD в галактиках Ближней Вселенной — Магеллановых Облаках. С помощью спектроскопии в заатмосферном ультрафиолете изучено 24 абсорбционные системы, 19 из которых обнаружены впервые. Такая богатая статистика позволила обнаружить очень большой разброс (2 порядка), в относительной распространенности HD/H₂. Сделан вывод, что это говорит не о вариациях реального содержания дейтерия, а об изменении физических условий в облаках. К сожалению, в этой главе очень не хватает информации о том, а к чему, собственно, относятся данные системы — к областям звездообразования, к диффузному фону и т. д. Ведь, в отличие от далеких DLA систем, Магеллановы Облака — пространственно разрешенные объекты и здесь можно понять, куда проецируются звезды, в спектрах которых идентифицирован молекулярный газ. Лишь для нескольких случаев указано, что речь идет о комплексах бурного звездообразования, либо, наоборот, об относительно спокойных областях.

Для того, чтобы понять, как физических условия влияют на наблюдаемое отношение HD/H₂, в последующей главе 4 диссертации построена модель газового облака и показано, что действительно, наблюдаемое отношение этих концентраций может быть как выше, так и ниже изотопического, в зависимости от плотности среды, УФ-фона и вклада космических лучей. Важно, что эта полуаналитическая модель практически не уступает более трудоемким численным расчетам. К сожалению, восприятию диссертации несколько мешает то, что хотя о важности сравнения с изотопическим отношением говорится начиная с первой главы, только в четвертой, из рис 4.2 можно понять, а чему именно оно равно.

Логично, что диссертант далее в главе 5 использует эту модель для описания наблюдений систем HD, как в далеких галактиках, так и в Магеллановых Облаках и Млечном Пути. Здесь возникают довольно большие неопределенности, в том числе в связи с очень плохо известным спектром космических лучей низких энергий. Тем не менее, подтверждается связь скорости ионизации космическими лучами с уровнем УФ-фона, что, скорее всего говорит об общности их источника.

Диссертация написана ясным и хорошим языком, опечатки и жаргон практически отсутствуют, хотя некоторые англицизмы («семплирование», «темплейты») режут слух. Так же, кроме уже перечисленных выше замечаний, есть некоторые проблемы с представлением результатов:

- 1) В приложении на рис. В.1 практически невозможно разобрать, что подгонка

перекалиброванного спектра FUSE выполняется лучше, чем в работе [130]. Здесь бы помог рисунок с разницей наблюдения-синтетический спектр.

- 2) Правые панели рис. 5.2 и 5.3 сложно сравнивать из-за того, что в первом случае не показана стандартная зависимость $\log \zeta - \log \chi$. Не понятно, почему эта зависимость в главе 5.3 названа «квадратичной», хотя соответствующей аппроксимации не предложено

Но перечисленные выше замечания не являются существенными.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Все выносимые на защиту положения опубликованы в 8 статьях в ведущих международных журналах, при этом 4 публикаций – в журнала 1-го квартиля WoS, что существенно превосходит требования положения о присуждении ученых степеней ФТИ им А. Ф. Иоффе. Личный вклад в совместных публикациях четко обозначен.

Считаем, что работа Д.Н. Косенко «Молекулы HD в холодной диффузной фазе межзвездной среды» отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Положением о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук, а её автор Косенко Дарья Николаевна заслуживает присуждения ей искомой степени по специальности «1.3.1 - Физика космоса, астрономия».

Доклад Д.Н. Косенко заслушан на Астрофизическом семинаре САО РАН.

Отзыв подготовлен доктором физико-математических наук по специальности «01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия», ведущим научным сотрудником лаборатории спектроскопии и фотометрии внегалактических объектов САО РАН Алексеем Валерьевичем Моисеевым и одобрен на заседании астрофизического семинара САО РАН 14 мая 2024 г.

Ведущий научный сотрудник САО РАН,
руководитель астрофизического
семинара САО РАН, д.ф.-м.н,


А. В. Моисеев

Подпись А.В. Моисеева заверяю:
Ученый секретарь САО РАН
к.ф.-м.н.





Е.И. Кайсина

Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук (САО РАН), п. Нижний Архыз, Зеленчукский район, Карачаево-Черкесская республика, Россия 369167 <https://www.sao.ru/>

E-mail: admsao@sao.ru

тел.: +7(87878) 46336, факс: +7(87878) 46315

Руководитель ведущей организации: Валявин Геннадий Геннадьевич