

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации В.В. Клименко

«Исследование физических условий в облаках молекулярного водорода
с большими красными смещениями»,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

Диссертация Клименко В.В. посвящена решению ряда актуальных задач в области астрофизики и космологии. В частности, в диссертации исследуются физические условия и химический состав молекулярной составляющей межзвездной среды в галактиках на больших красных смещениях. Исследования таких систем связано с решением ряда космологических задач: это определение барионной составляющей вещества во Вселенной, ограничение космологической вариации фундаментальных физических констант, определение изменения температуры реликтового излучения с красным смещением. Стоит отметить, что работа состоит как из решения практических задач - обработки данных наблюдений, так и теоретических исследований - построения моделей молекулярных облаков.

Диссертация состоит из пяти глав, введения и заключения. Каждая глава сопровождается подробным введением, описанием актуальности решаемой задачи. Значительный текст диссертации 188 страниц отражает тот факт, что многие вопросы подробно изложены, представлено детальное описание проведенных анализов, что, несомненно, является положительной стороной данной работы.

Во вступительной главе описана история открытия и изучения молекулярных облаков H_2 с большим красным смещением. Приводится статистика наблюдений, приборы на которых они были выполнены. На настоящий момент известно только 32 абсорбционные системы H_2 с $z > 2$. Большинство из этих систем были обнаружены случайным образом при исследовании DLA систем в спектрах квазаров, полученных с высоким спектральным разрешением. Эффективность такого метода относительно низкая, для детектирования одной системы необходимо потратить значительное количество наблюдательного времени на крупнейших оптических телескопах. Представленный в диссертации метод поиска насыщенных абсорбционных систем H_2 в спектрах квазаров из обзора неба SDSS является эффективной заменой слепого метода поиска. Применение предложенного диссертантом метода к каталогам SDSS DR7 и DR9 позволило получить список кандидатов сравнимый по количеству со списком известных H_2 систем.

По результатам работы была подана заявка и получено время на наблюдения спектров кандидатов на VLT – одном из самых мощных оптических телескопах в мире, что подтверждает важность и высокий уровень исследований.

Во второй и третьей главах диссертации представлен детальный спектральный анализ трех абсорбционных систем в спектрах квазаров Q0528-2508, J2123-0050 и J2100-0641. Для объяснения необычной формы абсорбционных линий H_2 в системе с $z=2.81$ в спектре квазара Q0528-2508 диссертантом был предложен эффект неполного покрытия области формирования континуального излучения квазара облаком молекулярного водорода.

В четвертой главе объяснены необычные свойства абсорбционной системы с $z=2.06$ в спектре J2123-0050. А именно, высокое относительное содержание молекул H_2 и молекул HD. Достоверность результатов подтверждается согласием измеряемых параметров

системы с результатами моделирования структуры молекулярного облака с помощью фото-ионизационных моделей CLOUDY и PDR Meudon и с аналитическими оценками.

В пятой главе диссертации установлена взаимосвязь между содержанием молекул H_2 и атомов нейтрального хлора в облаках межзвездного газа в галактиках на больших красных смещениях. Показана универсальность этого отношения для облаков с большим красным смещением и в Галактике. Это является важным результатом для понимания природы абсорбционных систем и их связи с молекулярными облаками в галактиках.

Автор в качестве итогов работы выдвинул в тексте и автореферате 5 результатов и 5 положений, выносимых на защиту. В целом, положения соответствуют главам диссертации.

Однако есть некоторые замечания. Эффект неполного покрытия в спектрах квазаров известен со времени появления спектров высокого разрешения в 1996 г. Он практически всегда присутствует в так называемых ассоциированных системах ($z_{abs} \sim z_{em}$), интерпретация его не вызывает проблем. В этой связи точнее будет сказать, что диссертант не предложил, а использовал данный эффект. Пункты, которые в диссертации вызывают сомнения:

1. Если линия с неполным покрытием блендируется с линией, область возникновения которой покрывает источник полностью, то наблюдаемая интенсивность будет считаться как: $I(\lambda) = [(1-f_c) + f_c * \exp(-\tau_1(\lambda))] * \exp(-\tau_2(\lambda))$, где τ_1 - это суммарная оптическая толщина всех компонент с неполным покрытием, а τ_2 - оптическая толщина компонент, покрывающих источник целиком. Поэтому формула (3.3)-(3.5) в разд. 3.2.4 не учитывают эффект блендирования. – пропущены квадратные скобки.

- В пункте 3.3.3: как определялся f_c для линий C I? Судя по рис.2.5, в системе присутствуют C I 1656, 1560 и 1157. Коэффициент неполного покрытия рассчитывается при СОВМЕСТНОЙ подгонке ВСЕХ имеющихся линий дублета/мультиплета.

- Разд. 5.4: идентификация, расчет и интерпретация линий C II в Q1331 впервые приведены в работе M. Dessauges-Zavadsky et al, A&A, (2003).

В целом работу можно охарактеризовать как законченное исследование, выполненное на хорошем научном уровне. Основные результаты работы диссертанта опубликованы в 7 научных журналах и неоднократно докладывались на всероссийских и международных конференциях.

Диссертация Клименко В.В., несмотря на изложенные замечания, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

Официальный оппонент

Доктор физ.-мат. наук

Дубрович В.К.

Подпись Дубровича В.К. заверяю

дата: 23.05.2016