

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ФТИ 34.01.04
при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук
по диссертации
НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 02.11.2023 г. № 4

О присуждении Теликовой Ксении Николаевне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Изучение теплового состояния ранней Вселенной методами абсорбционной спектроскопии квазаров» в виде рукописи по специальности 1.3.1 – «физика космоса, астрономия» принята к защите 31 августа 2023 г., протокол № 3 п.1, диссертационным советом ФТИ 34.01.04 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-технический институт А.Ф. Иоффе Российской академии наук, расположенном по адресу: 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 26. Диссертационный совет утверждён приказом директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе № 75 прил. 4 от 12 июля 2019 г., приказом директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе № 42 от 25.02.2022 г. об изменении состава диссертационного совета ФТИ 34.01.04 и приказом директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе № 160 от 21.12.2021 г. о внесении изменений в шифры специальностей диссертационных советов.

Соискатель Теликова Ксения Николаевна, 14 февраля 1994 г.р., в 2018 году окончила с отличием магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» по специальности 03.04.02 «Физика» и в том же году поступила в аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук» по направлению подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия», направленности (научной специальности) 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия», которую окончила в 2023 г. В настоящее время К.Н. Теликова работает в должности младшего научного сотрудника в секторе теоретической астрофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук».

Диссертация выполнена в секторе теоретической астрофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук».

Научный руководитель — Сергей Александрович Балашев, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник сектора теоретической астрофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук».

Официальные оппоненты:

1. Васильев Евгений Олегович, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела теоретической астрофизики и космологии астрокосмического центра Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук», дал положительный отзыв на диссертацию, содержащий пять замечаний.

2. Моисеев Алексей Валерьевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории спектроскопии и фотометрии внегалактических объектов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук», дал положительный отзыв на диссертацию, содержащий шесть замечаний.

Оппоненты в отзывах указали, что диссертация «Изучение теплового состояния ранней Вселенной методами абсорбционной спектроскопии квазаров» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук Положением о присуждении учёных степеней ФГБУН Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт астрономии Российской академии наук» (ИНАСАН) предоставила положительное заключение, подписанное членом-корреспондентом Российской академии наук, научным руководителем ФГУБН ИНАСАН Б.М. Шустовым и кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником ФГУБН ИНАСАН М.С. Кирсановой, и утверждённое директором ФГУБН ИНАСАН доктором физико-математических наук М.Е. Сачковым. Заключение содержит 8 замечаний. Ведущая организация в своём заключении указала, что поставленные в диссертации «Изучение теплового состояния ранней Вселенной методами абсорбционной спектроскопии квазаров» задачи и полученные результаты соответствуют специальности 1.3.1 – «физика космоса, астрономия», а её автор, К.Н. Теликова, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они имеют учёные степени доктора физико-математических наук, работают в различных

организациях, не имеют других ограничений, накладываемых п. 3.7 действующего Положения о присуждении учёных степеней. Выбранные оппоненты являются широко известными специалистами и обладают высоким уровнем компетентности в научной области, в которой выполнена диссертационная работа, что подтверждается их публикациями в рецензируемых научных журналах.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что ФГУБН ИНАСАН является ведущим центром исследований в области астрономии и астрофизики. В частности, в этом институте ведутся теоретические и наблюдательные исследования межзвёздной среды, близкие по тематике к предмету исследования диссертационной работы. Кроме того, в ФГУБН ИНАСАН имеется диссертационный совет Д 002.280.01 по специальности 1.3.1. — «физика космоса, астрономия».

Соискатель имеет 14 опубликованных работ. В том числе по теме диссертации опубликовано 9 перечисленных ниже работ. Они опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в международную базу цитирований Web of Science и ядро РИНЦ. В публикациях, где соискатель является первым автором, вклад в работу диссертанта определяющий. Для публикаций, где соискатель не является первым автором, в скобках указан личный вклад диссертанта:

- 1) Telikova K. N., Balashev S.A., Noterdaeme, P., Krogager, J. -K., Ranjan A., “Extremely strong DLAs at high redshift: gas cooling and H₂ formation”, MNRAS, 510, 5974-5983, 2022
- 2) Balashev S. A., Telikova K.N., Noterdaeme, P., “CII*/CII ratio in high-redshift DLAs: ISM phase separation drives the observed bimodality of [CII] cooling rates”, MNRAS, 509, L26-L20, 2022 (*Спектроскопический и статистический анализ наблюдательных данных. Участие в обсуждении результатов и подготовке текста публикации.*)
- 3) Telikova K. N, Shternin P. S., Balashev S. A., “Constraints on the temperature-density relation of the intergalactic medium with non-negligible absorber spatial structure”, J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 2103, article id. 012028, 2021
- 4) Noterdaeme, S. Balashev, C. Ledoux, G. Duchoquet, S. Lopez, K. Telikova, P. Boisse, J.-K. Krogager, A. De Cia, J. Bergeron, “Sharpening quasar absorption lines with ESPRESSO. Temperature of warm gas at $z\sim 2$, constraints on the Mg isotopic ratio, and structure of cold gas at $z\sim 0.5$ ”, A&A, 651, A78, 2021 (*Спектральный анализ sub-DLA системы на $z\sim 2$, включая оценку температуры газа. Независимый статистический анализ полученных результатов и сравнение с данными из литературы. Участие в обсуждении работы и подготовке текста публикации.*)

- 5) Telikova K. N., Balashev S. A., Noterdaeme P., Krogager J.-K., Ranjan A., “Extremely strong damped Ly α systems at high redshifts”, J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 1697, Issue 1, article id 012034, 2020
- 6) Telikova K. N., Shternin P. S., Balashev S. A., “Thermal state of the intergalactic medium at $z \sim 2-4$ ”, ApJ, Vol. 887, Issue 2, article id 205, 15 pp., 2019
- 7) Telikova K. N., Balashev S. A., Shternin P. S., “Estimation of the temperature-density relation in the intergalactic medium at $z \sim 2-4$ via Ly α forest”, J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 1135, article id 012010, 2018
- 8) Telikova K. N., Balashev S. A., Shternin P. S., “Equation of state of the intergalactic medium in the early Universe”, J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 1038, article id 012015, 2018
- 9) Balashev S. A., Zavarygin E. O., Ivanchik A. V., Telikova K. N., Varshalovich D. A., “The primordial deuterium abundance: sub-DLA system at $z_{\text{abs}}=2.437$ towards the QSO J1444+2919”, MNRAS, 458, 2188-2198, 2016 (*Редукция и первичная обработка наблюдательных данных исследуемого спектра квазара. Участие в обсуждении результатов работы.*)

На диссертацию и автореферат поступило 3 отзыва:

1. Отзыв от Свинкина Дмитрия Сергеевича, кандидата физ.-мат. наук, научного сотрудника ФГБУН «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН», отзыв положительный и замечаний не содержит.
2. Отзыв от Панчука Владимира Евгеньевича, доктора физ.-мат. наук, профессора, главного научного сотрудника ФГБУН Специальной астрофизической обсерватории РАН и Ключковой Валентины Георгиевны, доктора физ.-мат. наук, профессора, главного научного сотрудника ФГБУН Специальной астрофизической обсерватории РАН, отзыв положительный и замечаний не содержит.
3. Отзыв от Клименко Вячеслава Витальевича, кандидата физ.-мат. наук, научного сотрудника университета Южной Каролины, США, отзыв положительный, содержит два замечания:
 - 1) В положениях выносимых на защиту Ксения Николаевна дает оценку размера филаментов межгалактического газа, однако остается непонятным, получена ли такая оценка впервые и согласуется ли она с результатами других измерений, если такие существуют.
 - 2) Ксенией Николаевной была изучена уникальная система на $z=2.2$ и определена температура теплой фазы нейтрального газа. Показано, что эта температура значительно выше значений измеренных в других системах, полученных в спектрах чуть более низкого спектрального разрешения VLT/UVES. Является ли это следствием увеличения чувствительности или особенностью изучаемой системы?

Диссертационный совет отмечает, что в рамках выполненных соискателем исследований получен ряд новых результатов, важных для астрофизики межгалактической и межзвёздной среды, а именно:

- На основе анализа наблюдательных данных количественно показано, что учёт дополнительного механизма уширения линий межгалактической среды, связанный с конечным размером самих филаментов, влияет на определяемые тепловые параметры межгалактической среды.
- Показано, что темпы охлаждения газа в линии [CII] $\lambda 158$ мкм для экстремально насыщенных Ly α систем, трассирующих газ на малых галактоцентрических расстояниях, согласуются с темпами охлаждения для общей популяции насыщенных Ly α систем. Бимодальность темпов охлаждения газа в линии [CII] $\lambda 158$ мкм для насыщенных Ly α систем отражает бимодальность в пространстве параметров CII*/CII – металличность. При этом отношение CII*/CII растёт с уменьшением металличности.
- Получена оценка на температуру нейтральной фазы окологалактического газа, основанная на использовании спектра с чрезвычайно высоким разрешением $R \approx 140000$, и показано наличие антикорреляции между температурой и полной лучевой концентрацией нейтрального водорода для насыщенных Ly α систем на красном смещении $z > 2$.

Достоверность полученных результатов обосновывается использованием современных методов математической статистики, а также современных методов анализа оптических спектров квазаров высокого и среднего разрешения. Кроме того, по возможности, результаты, описанные в диссертации, сравнивались с результатами других авторов и/или с предсказаниями моделирования. Полученные в диссертации результаты прошли апробацию на российских и международных конференциях.

Научная и практическая значимость исследования обоснована тем, что представленный в диссертации статистический метод анализа наблюдаемого распределения абсорбционных систем Ly α леса модельной функцией распределения позволяет надёжно определить нижнюю границу распределения в пространстве параметров лучевых концентраций и доплеровских уширений (N , b). Нахождение этой нижней границы необходимо для оценки тепловых параметров межгалактической среды. Преимущество разработанного метода заключается в том, что он позволяет включать в анализ наблюдаемое распределение систем Ly α леса, а не только системы, находящиеся вблизи нижней границы. Более того, разработанный статистический метод может быть

использован для анализа любого другого ограниченного распределения, имеющего характерную нижнюю границу в пространстве параметров, при известной или заданной модельной плотности. Оценка содержания СII* для экстремально насыщенных $\text{Ly}\alpha$ систем, то есть газа на малых галактоцентрических расстояниях, наблюдаемого в абсорбции, важна для интерпретации излучения [CII] $\lambda 158$ мкм от галактик на больших красных смещениях по данным текущих (ALPINE-ALMA, CRISTAL-ALMA) и будущих (CCAT-p) обзоров.

Полученные оценки на химический состав и физические условия, в частности температуру и темп охлаждения, для абсорбционных систем, трассирующих окологалактический и межзвёздный газ, необходимы для понимания теплового состояния газа на больших красных смещениях и являются наблюдательными ограничениями для численного моделирования формирования галактик.

Личный вклад соискателя состоял во включенном участии в решении всех поставленных задач, формулировке выводов и подготовке публикаций.

Соискатель Теликова К.Н. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

Диссертация Теликовой К.Н. является законченным научным исследованием, вносящим существенный вклад в актуальную область современной астрофизики – астрофизику межгалактической и межзвёздной среды.

На заседании 2 ноября 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Теликовой К.Н. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов по специальности 1.3.1 – «физика космоса, астрономия», участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета,
доктор физ.-мат. наук

Левшаков Сергей Анатольевич

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат физ.-мат. наук

Штернин Пётр Сергеевич