

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на диссертацию Зазнобина Игоря Альбертовича
«Оптическое отождествление скоплений галактик и других объектов в обзорах всего
неба космических обсерваторий им. Планка и СРГ»
представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по
специальности 1.3.1 — «Физика космоса, астрономия».

Игорь Альбертович Зазнобин окончил астрономическое отделение физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова в 2017 году, после чего поступил в аспирантуру ИКИ РАН, которую успешно окончил в 2021 году. С 2017 года активно участвует в проектах отдела астрофизики высоких энергий ИКИ РАН, включая программу оптической поддержки космической обсерватории «Спектр-Рентген-Гамма» (СРГ). Во время обучения в аспирантуре выполнял работу по оптическому отождествлению скоплений галактик и других объектов в обзорах всего неба космических обсерваторий им. Планка и СРГ.

Большая часть диссертационного исследования И. А. Зазнобина посвящена решению важной задачи современной наблюдательной космологии — оптическому отождествлению и измерению красных смещений массивных скоплений галактик. Данные обзора космической обсерватории им. Планка в миллиметровом диапазоне и рентгеновского телескопа eROSITA на борту космической обсерватории СРГ позволяют обнаружить большое число скоплений галактик, в том числе *все* наиболее массивные скопления галактик в наблюдаемой части Вселенной. Исследование этих объектов позволяет увидеть, как устроена Вселенная на самых больших масштабах расстояний, уточнить параметры космологической модели, такие как средняя плотность нерелятивистского вещества, амплитуда возмущений плотности, параметры уравнения состояния темной энергии.

Для того, чтобы отобрать наиболее массивные скопления галактик во Вселенной среди источников сигнала Сюняева-Зельдовича и протяженных рентгеновских источников, а также получить точные измерения их красных смещений, требуется использовать данные обзоров неба в оптическом и ИК диапазонах, а также провести большое количество наблюдений на оптических телескопах. Результаты этой большой и сложной экспериментальной работы и составляют основное содержание диссертации И.А.Зазнобина. В диссертационной работе И.А. Зазнобин приводит результаты оптического отождествления и измерений спектроскопических красных смещений большого числа массивных скоплений галактик, а также предлагает алгоритм отождествления скоплений галактик обзора СРГ и фотометрической оценки их красных смещений. Также в работе приводятся результаты оптического отождествления источников, обнаруженных в жестком рентгеновском диапазоне обзора телескопа ART-XC им. М. Н. Павлинского обсерватории СРГ.

Диссертация содержит ряд значимых результатов. Получены спектроскопические измерения красных смещения для 360 массивных скоплений галактик из обзоров Планка и СРГ/eROSITA. Многие из этих массивных скоплений впервые отождествлены в оптическом диапазоне. Можно утверждать, что заметная часть наиболее массивных скоплений галактик во Вселенной стали известны именно благодаря работе И.А. Зазнобина. Так, например, число известных скоплений галактик с массами выше $5 \cdot 10^{14} M_{\text{Sun}}$, на красных смещениях выше $z \sim 0.7$ примерно удвоилось.

В работе И.А. Зазнобина был также разработан алгоритм отождествления скоплений и оценки их фотометрических красных смещений с довольно высокой точностью, $\delta z/(1+z) \approx 0.5\%$. Интересным результатом стала разработка методики оценки масс скоплений M_{500} по соотношению масс скоплений и их ИК-светимости, точность которой оказалась сопоставимой с точностью оценки массы по рентгеновской светимости скоплений.

В дополнение к основным результатам работы, в диссертации приводятся результаты оптического отождествления трех катаклизмических переменных среди рентгеновских источников обзора телескопа *ART-XC*. Изучены спектральные свойства этих объектов в оптическом и рентгеновском диапазоне.

Все результаты являются новыми и опубликованы в 8 рецензируемых статьях, где соискатель — первый автор или ключевой соавтор. И.А. Зазнобин проявил себя как самостоятельный исследователь, способный решать научные задачи, связанные с оптическим отождествлением скоплений галактик и рентгеновских источников. Он продемонстрировал способность к самостоятельной работе: им был подготовлен и проведен большой объем наблюдений на оптических телескопах (БТА, АЗТ-33ИК, РТТ-150), обработан большой объем спектроскопических и фотометрических данных, выполнена научная интерпретация полученных результатов. Результаты его работы были представлены на 6 всероссийских конференциях (2018–2023). Также он принимал участие в проектах ИКИ РАН и ГАИШ МГУ, поддержанных грантами РНФ. В 2023 году был удостоен медали РАН для молодых учёных.

Диссертация И.А. Зазнобина представляет завершённое научное исследование. Полученные результаты имеют высокую научную и практическую значимость, могут быть использованы для различных космологических исследований на основе данных о скоплениях галактик, формирования каталогов скоплений галактик и изучения эволюции катаклизмических переменных. Считаю, что Игорь Альбертович Зазнобин безусловно заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1.

Научный руководитель,

к. ф.-м. н.

старший научный сотрудник ИКИ РАН

Буренин Р. А.