

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию Зазнобина Игоря Альбертовича
“Оптическое отождествление скоплений галактик и других объектов в
обзорах всего неба космических обсерваторий им. Планка и СРГ”
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.1 - “физика космоса, астрономия”

Массивные скопления галактик - это самые большие гравитационно-связанные объекты во Вселенной. В их пространственном распределении и функции масс закодирована информация о процессах формирования и эволюции структур во Вселенной. Их свойства крайне чувствительны к параметрам космологических моделей и позволяют определить фундаментальные свойства нашей Вселенной, такие как средняя плотность материи, амплитуда флуктуаций плотности и уравнение состояния темной энергии. В рамках космической миссии СРГ планировалась амбициозная цель обнаружения всех массивных скоплений галактик в наблюдаемой области Вселенной. Диссертация Игоря Альбертовича посвящена критически важной задаче, без которой невозможен космологический анализ данных, - оптическому отождествлению и измерению красных смещений скоплений галактик. Эта работа вносит прямой вклад в научную программу обсерватории СРГ и способствует решению центральных задач наблюдательной космологии, что делает ее крайне актуальной.

Игорь Альбертович лично провел измерения спектроскопических красных смещений более 300 массивных скоплений. Наблюдения велись на большом числе крупных телескопов, в том числе на 6-метровом телескопе Специальной астрофизической обсерватории РАН и 2.5-метровом телескопе Кавказской горной обсерватории ГАИШ МГУ. Это иллюстрирует высокую квалификацию и организаторские способности соискателя. В ходе этих работ было значительно увеличено количество известных массивных скоплений с $z > 0.7$ с прямыми измерениями красных смещений. Были обнаружены редкие типы объектов: кандидат в “ископаемые” скопления, скопления с активным звездообразованием в центральных галактиках, эффекты гравитационного линзирования.

В диссертационной работе был предложен и успешно апробирован алгоритм оптического отождествления скоплений и оценки их фотометрических красных смещений с точностью 0.5%, что позволяет распространить анализ на огромное количество скоплений, для которых спектроскопические данные не будут доступны в обозримом будущем.

Получена тесная корреляция инфракрасной светимости скоплений с массой, что позволяет оценивать массы скоплений независимо от рентгеновских данных.

Несколько особняком стоит глава, посвященная отождествлению трех ранее неизвестных катаклизмических переменных. По моему мнению, эту главу можно было бы не включать в диссертацию, но это не умаляет важности полученного результата.

Диссертационная работа И.А. Зазнобина представляет собой крупную наблюдательную работу и завершенное научное исследование, выполненное на высоком методическом уровне. Новизна и достоверность результатов не вызывают сомнений.

Тем не менее отмечу ряд недостатков работы.

В работе практически нигде не указываются ошибки измерения красных смещений, хотя приводятся графики поведения хи-квадрата. Единственным исключением является таблица 12. Об ошибках измерения вскользь сказано в разделе 1.2.4 и они больше нигде не упоминаются.

Аналогичное замечание относится и к зависимости инфракрасной светимости скопления от массы. Несмотря на то, что это один из важных результатов работы, соответствующее уравнение запрято среди текста, а коэффициенты линейной регрессии приведены без указания точности.

В тексте диссертации нигде не упоминается учитывалась ли гелиоцентрическая поправка за движение Земли при измерении красного смещения. Понятно, что она существенно меньше типичной точности измерений скоростей $\sim 300-900$ км/с в диссертации, но может вызвать систематический сдвиг при статистическом анализе данных.

Автор отмечает, что точность оценки космологических параметров падает с уменьшением точности красных смещений. При этом, в большинстве случаев красное смещение скопления оценивалось по одной-двум галактикам, что выглядит крайне мало, даже не смотря на то, что преимущественно исследовались центральные cD галактики. Отметим, что скорость cD галактики может отклоняться от средней скорости скопления. Понятно, что это вынужденный компромисс между точностью и временем выполнения программы. Не проверялось ли, как влияют эти неопределенности (ошибки измерений и пекулярные скорости галактик) на точность оценки космологических параметров?

В процедуре отождествления скоплений галактик постоянно упоминается свертка изображений с beta-моделью, но нигде не поясняется, что это такое, хотя из контекста и понятно, что это некоторое размытие изображения. Так же, важным элементом этой процедуры является определение красной последовательности, но процесс ее выделения на

диаграммах цвет-величина нигде не описан, а диаграммы имеют довольно зашумленный вид.

Указанные замечания не снижают хорошего впечатления от диссертации и не умаляют ее значимости. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Диссертационное исследование “Оптическое отождествление скоплений галактик и других объектов в обзорах всего неба космических обсерваторий им. Планка и СРГ” отвечает всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, а соискатель Зазнобин Игорь Альбертович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 - “физика космоса, астрономия”.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук, Профессор РАН,
Заведующий лабораторией Внегалактической астрофизики и космологии
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Специальная
астрофизическая обсерватория Российской академии наук (САО РАН)

Макаров Дмитрий Игоревич

19 ноября 2025 г.

Контактные данные:

Тел: +7-87822-93404

e-mail: dim@sao.ru

пос. Нижний Архыз, Карачаево-Черкесская респ., 369167

Подпись сотрудника САО РАН Д.И. Макарова удостоверяю

Ученый секретарь САО РАН
кандидат физико-математических наук
Кайсина Елена Ивановна

19 ноября 2025 г.