

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

Насколько мне известно, данная диссертация – одна из первых, если не первая, основанная на анализе результатов рентгеновских наблюдений космической обсерватории «Спектр-РГ». Уже это говорит о несомненной **новизне** полученных И.А. Зазнобиным результатов. Однако еще более выдающимся является объем и качество полученных соискателем оптических и инфракрасных фотометрических и спектроскопических данных: проведены наблюдения на нескольких крупнейших российских телескопах, обработаны, проанализированы и введены в научный оборот данные о более 350 источниках рентгеновского излучения – массивных скоплениях галактик на умеренно больших z , а также нескольких переменных звезд Галактики. Количество затраченного наблюдательного времени – более 700 часов (а это примерно полгода работы одного телескопа!) – уникально для наблюдательных исследований в области внегалактической астрономии в постфотографическую эру и вызывает восхищение и уважение.

Изучение даже отдельных скоплений галактик на различных z само по себе является важной и методически сложной задачей. Цель диссертационной работы более глобальна: получение значимой выборки скоплений галактик и определение их физических параметров для проверки современных космологических теорий. Основной космологической моделью в настоящее время является Λ CDM, однако не секрет, что далеко не все наблюдательные астрофизические данные хорошо с ней согласуются. Поэтому исследования И.А. Зазнобина – исследования в области наблюдательной космологии – являются крайне важными и **актуальными** как для изучения физики галактик, так и для космологии. Их **значимость** для современной мировой науки не вызывает сомнений.

Помимо большого наблюдательного материала, диссертантом были разработаны методики, позволяющие отождествлять и определять с хорошей точностью параметры скоплений галактик на основе их оптических показателей цвета и ИК-светимостей, что позволяет определять их красные смещения без привлечения спектральных данных. Использование данного метода позволяет сэкономить значительное количество наблюдательного времени на крупных телескопах, и имеет важное **практическое значение**.

Применяемые в диссертации методы и подходы, полученные выводы и положения, выносимые на защиту, хорошо **обоснованы**. Полученные результаты наблюдений, их анализ и интерпретация (главы 1, 2, 4

диссертации) четко описаны и логичны; их **достоверность** сомнений не вызывает. Это же в полной мере относится и к разработанной И.А. Зазнобиным методике оптического отождествления скоплений галактик среди протяженных рентгеновских источников (глава 3).

Результаты диссертационной работы опубликованы в восьми статьях в добротных журналах, входящих в списки WoS и Scopus, и прошли апробацию на ряде конференций. Отмечу, что в семи статьях диссертант является первым автором, так что весомость его личного вклада не вызывает сомнений. Остается только пожелать соискателю активнее участвовать в конференциях и публиковаться в журналах, не аффилированных с ИКИ РАН; полученные в диссертационной работе результаты несомненно представляют интерес для всего астрономического сообщества, как в России, так и за рубежом.

Несмотря на очень хорошее впечатление от диссертационной работы и ее высокую оценку, она не свободна от некоторых недостатков. В частности:

1) В главе 1.2.2 стоило указать, по каким критериям отождествлялись и удалялись звезды в поле, а также описать, что такое β -модель?

2) Не ясно, откуда взята формула коррекции теллурических линий за поглощение в атмосфере на стр. 25? Вызывает недоумение, что их поглощение в атмосфере зависит только от величины воздушной массы, но не от значения экстинкции в атмосфере для данного λ в момент времени наблюдений.

3) В таблице 4 указана неверная единица измерений спектрального разрешения: Å вместо безразмерного R .

4) Описание объектов 11 55+21 26 и 14 12+20 46 (первый абзац) на стр. 60 дословно повторяют друг друга за исключением численных значений Z .

5) Модельные спектры на рис. 2.2 заметно отличаются от наблюдаемых. В диссертации никак не комментируется это несоответствие. Также стоило более подробно описать методику определения Z , в частности, – показать однозначность выбора минимума χ^2 .

6) Неясен смысл свободного члена 33 в формуле на стр. 96.

7) На стр. 110 при описании объекта SRGe J132950.1+564752 приводится общая экспозиция спектральных наблюдений 320 минут, а в таблице 11 на стр. 103 для него же – 240 минут.

8) В первой формуле на стр. 123 отсутствует единица измерений D , от которой зависит значение свободного члена в данной формуле.

9) Размер бина на гистограмме рис. 3.5 (правый) явно превосходит указанное в тексте значение 0.001.

10) На рис. 4.1 в полученных рентгеновских спектрах двух нижних объектов виден провал относительно модели на ≈ 1.5 keV. Эта особенность никак не комментируется в тексте.

11) Отсутствует определение параметра norm в таблице 18.

12) На графиках периодограмм Ломба-Скаргла стоило бы добавить линии значений FAP (вероятность детектирования ложного пика).

13) В подписи к рис. 4.6 говорится, что «линия HeII λ 4686 не обнаруживается». Однако, она отчетливо видна на спектрограмме. Возможно, речь идет о том, что ее не удалось померить с достаточной точностью?

14) Неясен смысл включения в диссертацию фотометрических оптических наблюдений трех катаклизмических переменных. Полученные временные ряды явно недостаточны для каких-либо выводов о периодах их переменности. Вообще, на мой взгляд, исключение из диссертации результатов главы 4 нисколько не ухудшило бы качество и значимость работы.

15) В тексте имеются немногочисленные описки, неудачные выражения, повторы, отсутствие определений некоторых параметров и формул:

- второе предложение второго абзаца на стр. 16: «Наша научная группа обладает достаточным количеством наблюдательного времени на телескопах...» – подходит для заявки на грант или на наблюдения, но выглядит неуместным в тексте диссертации;

- неудачным представляется выражение «северное внегалактическое небо» на стр. 18 и 45;

- нет расшифровки, что обозначают черные, фиолетовые и красные кривые на графике рис. 1.7;

- на рис. 1.10 перепутаны право-лево в подписи к рисунку;

- ссылка на рис. 1.16 идет ранее ссылки на рис. 1.15;

- в последней строчке первого абзаца на стр. 82 цифра «3» и знак « $\approx$ » должны быть поменяны местами;

- на стр. 110 в выражении: «отношение сигнала к шуму галактик» по-видимому пропущено слово «спектров»;

- на стр. 124 стоило привести формулу зависимости L_X от M_{500} ;

- в автореферате и на стр. 9 и 146 диссертации автор трижды ссылается на каталог 867 источников [43] с указанием года публикации. При этом на стр. 9 диссертации приведен ошибочный год публикации (2021 вместо 2022);

- неудачное и невычитанное выражение «Этот рентгеновский источник обозначен соответствует источнику...» на стр. 157.

Данные замечания не носят принципиального характера и нисколько не умаляют высокий научный уровень работы и значимость полученных результатов.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Считаю, что диссертация И.А. Зазнобина «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», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия», а ее автор, Игорь Альбертович Зазнобин, заслуживает присуждения ему искомой ученой степени.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник отдела внегалактической астрономии
Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова»

ГУСЕВ Александр Сергеевич

21 ноября 2025 г.

Контактные данные:

тел.: 7(495)9392245, e-mail: gusev@sai.msu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.03.02 – Астрофизика и звездная астрономия

Адрес места работы:

119234, г. Москва, Университетский проспект, д. 13,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова», Государственный астрономический институт им.

П.К. Штернберга

Тел.: 7(495)9392046; e-mail: director@sai.msu.ru

Подпись сотрудника

ГАИШ МГУ А.С. Гусева удостоверяю:

Директор ГАИШ МГУ

профессор, чл.-корр. РАН

К.А. Постнов

21 ноября 2025 г.