

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию Гроховской Александры Александровны.
«Исследование влияния локальной плотности окружения
на физические свойства галактик до $z=0.8$
на основе среднеполосного фотометрического обзора
на 1-метровом телескопе Шмидта»

К настоящему времени нет полного понимания как галактики формируются и эволюционируют. Теоретические сценарии образования и эволюции галактик ставят вопросы, ответы на которые можно получить только из наблюдений, изучая изменение их физических параметров (таких как масса, светимость, темп звездообразования и т.д.) от самого близкого окружения до доступного телескопам предела.

Использование спектроскопических красных смещений наиболее предпочтительно для анализа зависимости физических свойств галактик от плотности окружения и красного смещения. Однако для больших статистических исследований выборок десятков и сотен тысяч галактик с далекими красными смещениями, слабее $I_{AB}=22^m$, без сильных линий излучения, это практически невозможно. Спектроскопия таких слабых галактик требует самых больших телескопов и времени экспозиции в несколько часов. Именно поэтому фотометрические обзоры с использованием среднеполосных фильтров становятся всё более актуальными.

Существует всего лишь несколько обзоров достаточной глубины более или менее пригодных для решения задачи анализа крупномасштабного распределения галактик: COSMOS. Часть из этих обзоров, несмотря на значимую суммарную площадь, выполнена на площадках небольшого размера, значительно разнесенных в пространстве, что не позволяет в полной мере восстанавливать крупномасштабное распределение галактик. Широкополосные обзоры в виду низкой точности определения фотометрических красных смещений и классификации по типам галактик также исключаются.

Целью исследования А.А. Гроховской в аспирантуре САО РАН являлось изучение эволюции основных характеристик галактик в зависимости от красного смещения и плотности окружения.

Перед аспирантом А.А. Гроховской были поставлены следующие конкретные задачи:

1. На основе наблюдательных данных, полученных на 1-м телескопе Шмидта Бюраканской обсерватории, провести анализ крупномасштабного распределения галактик поля HS47.5-22 площадью $2.386 \square^\circ$ до красного смещения $z = 0.8$ и оценку локальной плотности, связанной с каждой галактикой.
2. Оценить основные физические параметры галактик (масса, возраст, темп звездообразования, металличность и т.д.) по наблюдениям с низким спектральным разрешением.
3. Проанализировать полученные зависимости основных физических характеристик галактик от красного смещения и плотности окружения.

Эти задачи Александрой Александровной успешно решены. В своей работе она продемонстрировала возможности применения телескопов метрового класса для изучения эволюции галактик от красного смещения и плотности окружения.

На основе среднеполосных фотометрических данных поля HS 47.5-22 площадью $2.38 \square^\circ$, полученных на 1-м телескопе Шмидта, в 16 среднеполосных и 4 широкополосных фильтрах, А.А. Гроховской была создана полная по потоку выборка из более 19,000 галактик

ярче $R_{AB} = 22.5^m$, определены фотометрические красные смещения галактик с точностью $\sigma_{NMAD} < 0.0043(z+1)$.

Для исследования крупномасштабного распределения галактик А.А. Гроховской был разработан новый метод анализа на основе машинного обучения, а также применены хорошо зарекомендовавшие себя методы диаграмм Вороного и адаптивной апертуры. Качество анализа проверено на наборе модельных выборок из светового конуса MICECAT, оценены статистические параметры (чистота, полнота и др.) выборки детектируемых групп и скоплений галактик для всех трех методов. Создан каталог групп и скоплений галактик в исследуемом поле HS 47.5-22, а также карты распределения плотности.

А.А. Гроховская использовала спектральные распределения энергии (SED) галактик, для оценки основных физических параметров галактик (масса, возраст, темп звездообразования, металличность и т.д.). Наиболее значимым результатом является оценка плотности скорости звездообразования $SFRD = -1.907 \pm 0.2 \text{ M}_{\odot} \text{ год}^{-1} \text{ Mpc}^{-3}$ для полной по массе (до $M = 10^8 M_{\odot}$) выборки галактик в диапазоне красного смещения $0.05 \leq z \leq 0.15$, который согласуется с результатами известных космологических обзоров (например, обзора

А.А. Гроховская провела исследование зависимостей свойств звездных популяций не только от красного смещения, но и от плотности окружения. Ею показано, что галактики поздних типов с угасшим звездообразованием предпочитают находиться в более плотных средах на протяжении всего диапазона красных смещений (до $z=0.8$).

Заметное место в диссертации Александра Александровна уделяет наблюдениям и анализу материала, полученного ею и коллегами по лаборатории на 1-м телескопе Шмидта БАО НАН РА и 6-м телескопе САО РАН. Она успешно продемонстрировала владение всем инструментарием, необходимым астрофизику-экспериментатору: самостоятельное выполнение наблюдений, методические работы с наблюдательной аппаратурой, включая разработку методики обработки и анализа данных, работа с литературой по тематике, написание научных статей. Она многократно лично представляла результаты этой работы на ряде всероссийских и международных конференций.

Считаю, что работа А.А. Гроховской «Исследование влияния локальной плотности окружения на физические свойства галактик до $z=0.8$ на основе среднелосового фотометрического обзора на 1-метровом телескопе Шмидта» полностью УДОВЛЕТВОРЯЕТ требованиям, предъявляемыми ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а соискатель ЗАСЛУЖИВАЕТ присуждения ей искомой степени по специальности 01.03.02 — «Астрофизика и звездная астрономия».

15 июля 2022 г.

Научный руководитель,
кандидат физико-математических наук,
заведующий лабораторией спектроскопии и
фотометрии внегалактических объектов
САО РАН

С.Н. Додонов

Подпись С.Н. Додонова заверяю:
ученый секретарь САО РАН,
кандидат физико-математических наук



Е.И. Кайсина