



УТВЕРЖДАЮ
Директор САО РАН
Г. Г. Валявин
«15» июля 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук

Диссертация «Исследование галактик, видимых с ребра», представляемая на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия выполнена в лаборатории спектроскопии и фотометрии внегалактических объектов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук (САО РАН).

В период подготовки диссертации соискатель Антипова Александра Викторовна работала в САО РАН в должности стажера-исследователя.

В 2016 г. Александра Викторовна окончила Казанский (Приволжский) федеральный университет по специальности 03.05.01 «Астрономия» и ей присвоена квалификация «АСТРОНОМ. ПРЕПОДАВАТЕЛЬ».

В период подготовки диссертации соискатель обучалась по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре САО РАН по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, профиль 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия, а в 2022 году успешно ее оканчивает.

Научный руководитель — д.ф.-м.н. Макаров Дмитрий Игоревич работает в лаборатории внегалактической астрофизики и космологии САО РАН в должности заведующего лабораторией.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Работа посвящена изучению галактик, видимых с ребра в оптической области спектра. Была разработана структура и интерфейс и создана база данных галактик, видимых с ребра. В основу базы данных легли 4 каталога галактик, видимых с ребра: три известных каталога - RFGC (The Revised Flat Galaxy Catalogue), 2MFGC (2MASS-selected Flat Galaxy Catalog), EGIS (The Catalog of Edge-on Disk Galaxies from SDSS) и один новый каталог EGIPS (The Edge-on Galaxies in the Pan-STARRS survey), который был разработан в соавторстве с соискателем. В составе базы данных разработан специализированный интерфейс, позволяющий просматривать изображения галактик и их окрестности в различных фильтрах, создавать и проводить сложные классификации объектов. С помощью этого интерфейса участниками проекта по созданию каталога галактик с ребра было классифицировано 26719 галактик. По результатам анализа каталога EGIPS показано, что каталог полон на уровне 96% для галактик с характерной шкалой $a_r > 5.5$ угл.сек. При сравнении результатов фотометрии галактик из каталога EGIPS, выполненной с помощью Sextractor по данным обзора Pan-STARRS, с фотометрией галактик из каталога EGIS было обнаружено хорошее согласие звездных величин двух каталогов: фотометрия каталога EGIPS имеет надежные результаты в диапазоне $13.8 < r < 17.4$ с точностью 0.048 зв.вел. Медианное красное смещение ~ 10500 входящих в каталог EGIPS галактик с известным красным смещением составляет $cz = 11600$ км/с в системе отсчета микроволнового фона.

Показано, что распределение по соотношению осей галактик демонстрирует четкую дихотомию на диаграмме «цвет - звездная величина», построенной на основе данных каталога EGIPS. Было обнаружено, что "красная последовательность" населена толстыми галактиками с

$(a/b)_g < 5$, в "голубом облаке" преобладают тонкие галактики. При нанесении на зависимость супертонких галактик ($a/b > 10$) было показано, что они следуют общему распределению объектов в "голубом облаке". При сравнении зависимости показателя цвета от абсолютной звездной величины галактик каталога EGIPS с аналогичной зависимостью для галактик из обзора SDSS, который содержит галактики, видимые под произвольными углами, было показано, что галактики, видимые с ребра, оказываются систематически краснее $(g-r)=0.1$. Данный эффект был объяснен внутренним поглощением в галактиках. По зависимости скорости экспоненциального спада функции распределения отношений осей от цвета обнаружено, что более тонкие галактики в среднем оказываются более голубыми. Скорость падения функции распределения галактик по видимому сжатию уменьшается от красных галактик к синим, но для наиболее голубых объектов начинает расти.

По результатам анализа изображений из обзора Pan-STARRS измерены фотометрические параметры балджа и диска для 150 сверхтонких галактик ($a/b > 10$) из каталога RFGC. Фотометрия и декомпозиция проводилась соискателем в программном пакете DECA (Mosenkov et al. 2014) в 5 фильтрах (g, r, i, z, y). Значимой корреляции между поверхностной яркостью галактик и отношением вертикальной и радиальной шкал обнаружено не было, что подтверждает результаты других авторов. Показано, что Sd-галактики имеют более низкую поверхностную яркость и в среднем являются более тонкими, по сравнению с Sc-галактиками.

Показано отсутствие значимой корреляции направления оси вращения галактик по отношению к филаментам крупномасштабной структуры Вселенной. В состав анализируемой выборки вошли 813 тонких галактик, видимых с ребра, из каталога RFGC и 706 филаментов из каталога Темпеля и др. 2014 года, к которым принадлежат данные галактики. Выявлена слабая тенденция (на уровне 2σ) к выравниванию спинов галактик с осью филаментов. Выполнен поиск зависимости при разделении выборки по параметрам галактик. Показано, что наибольший эффект, на уровне 2.4σ , наблюдается для наиболее близких и тонких галактик ($z < 0.03$, $a/b > 10$).

Научная новизна работы заключается в разработке структуры и интерфейса и создании базы данных галактик, видимых с ребра (The Edge-on Galaxy Database). База данных объединяет сведения из трех опубликованных каталогов (Revised Flat Galaxy Catalogue, Catalog of Edge-on Disk Galaxies from SDSS, 2MASS-selected Flat Galaxy Catalog) и одного нового (The Edge-on Galaxies in the Pan-STARRS1 survey). Разработан и реализован как функционал базы данных интерфейс для просмотра галактик и их окрестностей в разных фильтрах и проведения их классификации. Впервые проведен статистический анализ данных нового каталога галактик (The Edge-on Galaxies in the Pan-STARRS survey), видимых с ребра. Показано, что имеется связь между показателем цвета и отношением осей – более тонкие галактики имеют более голубые показатели цвета, однако, для самых голубых объектов толщина снова начинает расти. Впервые проведены фотометрия в бесконечной апертуре и двумерная декомпозиция с использованием однокомпонентной и двухкомпонентной моделей (учитывающих только дисковую составляющую, либо одновременно вклады диска и балджа) для 150 сверхтонких галактик ($a/b > 10$), отобранных по каталогу RFGC. Получены более жесткие ограничения (2.4σ) на соосность спинов галактик и осей филаментов, чем достигнуто в предыдущих работах.

Научная и практическая значимость работы состоит в создании базы данных галактик, видимых с ребра. На сегодняшний день имеется большое количество баз данных, однако они содержат данные различных типов объектов, которые часто получают на основе больших обзоров неба. Однако, автоматические методы обработки, которые часто применяются к большим объемам данных, имеют универсальный характер, что плохо отражается на результатах для специфических объектов, к которым относятся галактики, видимые с ребра.

Отсюда возникает необходимость в создании специализированных баз данных, которые были бы ориентированы на узкий класс объектов, а содержащаяся в них информация проходила бы тщательный контроль. Как часть базы данных создан удобный для пользователей интерфейс, который позволяет просматривать изображения в различных фильтрах и создавать тесты для классификации по большому количеству признаков. Структурные особенности галактик и параметры, выявляемые из фотометрии, несут важную информацию и имеют широкое применение в различных исследованиях. Совместно с данными о кинематике, надежная фотометрия галактик является базой для исследования распределения светящейся и темной материи в этих галактиках. Исследуемые в диссертационной работе сверхтонкие галактики являются важными объектами в вопросах изучения формирования и эволюции галактик в целом. Неоднократно подчеркивалось, что существование большого числа массивных безбалджевых галактик с тонкими дисками представляет большую проблему для современных теорий формирования галактик.

Личный вклад автора заключается в определении ориентации спинов ультратонких галактик относительно осей филаментов крупномасштабной структуры Вселенной; проведении фотометрии и декомпозиции 150 ультратонких галактик в 5 фильтрах (g, r, i, z, y) по данным обзора Pan-STARRS, проведении анализа полученных данных. Антиповой А. В. выполнен статистический анализ для каталога «The Edge-on Galaxies in the Pan-STARRS survey», построены диаграммы «цвет – звездная величина», выявлены зависимости между различными параметрами галактик, выполнен их анализ. Внесен равноценный с соавторами вклад в разработку и создания структуры и интерфейса базы данных "The Edge-on Galaxy Database". Обсуждение результатов и написание статей осуществлялось наравне с соавторами.

Все результаты, выносимые на защиту, аргументированы и подробно изложены в 4 статьях соискателя, опубликованных в рецензируемых журналах списка ВАК. Представленные результаты и выводы обсуждались на международных и всероссийских конференциях, а также на семинарах САО РАН.

По докладу соискателя на Ученом совете САО РАН были заданы вопросы, на которые докладчик исчерпывающе ответил.

В выступлениях Власюк В.В., Богод В.М., Моисеев А.В., Караченцев И.Д. обратили внимание на необходимость правильно сформулировать новизну работы и отразить результаты, полученные впервые. Романюк И.И., Власюк В.В., Моисеев А.В. отметили значительный профессиональный рост соискателя и достойный уровень диссертационной работы. Макаров Д.И. также отметил профессиональный рост Александры Викторовны за время обучения в аспирантуре, рост в умении излагать результаты своей работы и восприимчивость к вопросам. Он также высказал мнение, что проделанная работа очень важна и ее результаты имеют большие перспективы. Моисеев А.В. отметил, что работа нравится тем, что является объединением сильной традиционной школы И. Д. Караченцева в области исследований галактик с ребра и лидирующей группы в мире по исследованию поверхностной фотометрии галактик в г. Санкт-Петербурге с участием Мосенкова А.В. Также он обратил внимание на необходимость более четко представить рисунки в презентации и корректно описать личный вклад в работу соискателя. Он высказал мнение, что диссертация Антиповой А.В. соответствует требованиям к кандидатским диссертациям. Его мнение было поддержано также другими членами Ученого совета.

Ученый совет пришел к заключению, что представляемая диссертация является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой. Выполненная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, паспорту научной

специальности, а соискатель заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование галактик, видимых с ребра» Антиповой Александры Викторовны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия.

Заключение принято на заседании Ученого совета САО РАН 14 июля 2022 года.

Присутствовало на заседании 17 членов Ученого совета.

Результаты голосования: "за" – единогласно, протокол № 406 от 14 июля 2022 г.

Председатель Ученого совета,
директор САО РАН,
кандидат физ.-мат. наук



/Валявин Г.Г./

Ученый секретарь САО РАН,
кандидат физ.-мат. наук

/Кайсина Е.И./