

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук Чудаковой Екатерины Михайловны
на тему “Исследование толщины дисков линзовидных галактик в
различном окружении”
по специальности 01.03.02 - “Астрофизика и звёздная астрономия”

Знание трехмерной структуры галактик чрезвычайно важно для понимания их динамики и эволюции. Однако, здесь мы сталкиваемся с серьезными наблюдательными ограничениями. Эффекты проекции скрадывают “глубину” картины. В результате, мы хорошо знаем радиальное распределение света в галактиках, в то время как вертикальное распределение вещества в дисках доступно непосредственному исследованию только для галактик, развернутых ребром к наблюдателю. Подробное трехмерное распределение света было изучено в сравнительно небольшом количестве таких галактик. Поэтому, начиная с пионерских работ Хаббла, для оценки толщин галактик активно используются статистические методы, которые при определенных предположениях о форме распределения галактик по сплюснутости дают возможность оценить характерные величины. Возможность непосредственно оценивать толщину в индивидуальных галактиках открывает широкие возможности для исследования структуры галактик и ее сопоставления с моделями формирования и эволюции. Такие исследования несомненно являются актуальными и востребованными.

Отдельно хотелось бы затронуть вопрос важности оценки угла наклона галактики в лучу зрения. Угол наклона используется в огромном количестве поправок при переходе от наблюдаемых параметров к физическим при исследовании распределения светящейся, так и темной материи. К примеру, поправка за угол наклона галактик является одной из основных

неопределенностей в соотношении Талли-Фишера. Возможность измерения угла наклона галактик чрезвычайно важна с практической точки зрения для получения высокоточных данных о структуре галактик.

Несомненным достижением данной работы является разработка нового метода непосредственной оценки угла наклона и толщин дисков галактик, расположенных под произвольным углом наклона к наблюдателю. Это наглядная иллюстрация случая, когда интуитивно понятный и общепризнанный факт невозможности оценки толщин индивидуальных галактик оказывается заблуждением. Простые соображения показывают, что если вертикальное распределение света в диске галактики не зависит от радиуса, то наблюдаемое азимутальное распределение яркости будет зависеть только от угла наклона диска. Эллиптичность распределения наблюдаемой шкалы диска позволяет непосредственно оценить угол наклона вне зависимости от толщины диска и конкретного вида распределения вещества в вертикальном направлении. В свою очередь сопоставление сплюснутости изофот галактики и видимой сплюснутости шкалы диска позволяет напрямую оценивать толщину дисков галактик. Эта методика дает богатые возможности для изучения трехмерного строения галактик.

Используя данный подход, соискательница исследовала две выборки линзовидных галактик Южного неба в скоплениях (60 объектов) и в поле (45 галактик). Анализ распределения поверхностной яркости позволил выделить три типа дисков: чисто экспоненциальные, усеченные и двухярусные. Были определены толщины диска для 60% исследованных галактик. Это позволило заподозрить, что часть двухярусных дисков ранее были классифицированы неверно и на самом деле представляют собой комбинацию чисто экспоненциального диска и псевдобалджа. Сравнение двух популяций линзовидных галактик в плотном и разреженном окружении выявил, что диски изолированных линзовидных галактик статистически толще, чем у аналогичных галактик в скоплениях. Это указывает на существование

эволюционных механизмов утолщения дисков, эффективных для изолированных галактик. Малый мерджинг выглядит хорошим объяснением для этого эффекта.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнения. Новый подход позволил получить совершенно новые данные о толщинах дисков S0-галактик. Работы докладывались на большом количестве российских и международных конференций и опубликованы в пяти статьях в ведущих астрономических журналах.

В качестве небольшого недостатка работы я бы отметил сравнительно малую выборку галактик для анализа. Это ограничивает статистическую значимость выводов, однако оставляет большие перспективы для развития работы в дальнейшем.

Также я бы обратил внимание, что оценка угла наклона галактик по эллиптичности изофот в предположении бесконечно тонкого диска не является общепризнанной методикой, как это утверждается и используется в данной работе (см. например обсуждение рисунка 2.2 на стр. 57). Обычно при оценке угла наклона диска галактик учитывается их "истинная" толщина, которая оценивается из связи морфологии и характерной сплюснутости галактик. Этот подход позволяет решить проблему систематического занижения оценки угла наклона.

На рис. 2.2, иллюстрирующем работу метода, видно, что прямая, аппроксимирующая профиль галактики вдоль малой оси, идет круче самого профиля. С чем это связано? Просто визуальный эффект или особенности профиля данной галактики?

Не совсем понятен выбор нижней границы (10 градусов) применимости метода оценки наклона галактики. Рис. 2.3 иллюстрирует, что при малых углах метод работает уверенно и в предельном случае нулевого угла так же даст верный результат.

Остался нераскрытым метод получения формулы 3 и подбора ее коэффициентов. В формуле есть члены, связанные с истинной толщиной, Q , истинным отношением осей, $(1-eh)$, и ее обратной величины, $1/(1-eh)$, есть часть перекрестных членов, но отсутствуют другие члены, к примеру квадрат отношения осей $(1-eh)^2$ или квадрат истинной толщины Q^2 . А почему сразу не определялись коэффициенты для истинной сплюснутости через наблюдаемые параметры?

В работе было показано, что внутренние сегменты дисков III типа у 7 галактик на самом деле могут являться псевдобалджами с экспоненциальным профилем яркости, а, следовательно, их правильно классифицировать как диски I типа. Однако, на правой гистограмме рис. 3.8 видно, что таких галактик с “толстыми” внутренними сегментами 8 штук. Что стало с одной “неучтенной” галактикой?

Напоследок небольшое методическое замечание. Центральные поверхностные яркости дисков исследованных галактик были скорректированы за поглощение в нашей Галактике, однако, не указано ни конкретное значение поправки, ни какой метод для этого использовался. Дана только ссылка на базу данных NED. Однако, эта величина не постоянна. NED ранее уже совершал переход с одной схемы учета Галактического поглощения на другую и, наверняка, будет переходить ко все более совершенным методикам в будущем, и, как результат, восстановить вид поправки будет невозможно. Соответственно, это может привести к систематическим погрешностям при сравнении с другими данными.

Наибольшее количество замечаний к диссертационной работе связано с ее изложением и оформлением. Причем, очевидно, что большинство проблем появились из-за “мутации” текста оригинальных статей при его переносе в тело диссертации. В результате некоторые фразы стали нечитаемыми, а смысл выражений оказался абсолютно загадочным, появились опечатки и повторы. Подчеркну, что оригинальные статьи лишены этих недостатков. Понимая, что

такие изменения вызваны необходимостью прохождения текста через автоматическую процедуру проверки на плагиат, я не вижу необходимости сколько-то серьезно критиковать автора за появление таких “улучшений”. Тем не менее, не могу не отметить, что требование недопущения совпадения даже с собственными статьями приводит к заметному ухудшению качества текста диссертационных работ.

Обращу внимание только на несколько моментов, которые могли и должны были быть отслежены при работе над текстом. Качество картинок 2.2 и 2.6 существенно хуже, чем в оригинальных статьях. Другие рисунки тоже страдают этим недостатком, но не в такой степени. В главе 3 подписи к рисункам 3.2-3.5 поставлены очень неаккуратно. Они оторваны от соответствующих изображений и сдвинуты по вертикали, что затрудняет чтение текста и портит впечатление от работы. Нумерация таблиц, вынесенных в приложения, никак не отличается от нумерации таблиц в основном теле диссертации. Обычно добавляется соответствующая буква к номеру. При первом упоминании таблицы 3.2 даже не отмечено, что она находится в приложении. На стр. 96 нумерация таблиц в тексте не соответствует номерам соответствующих таблиц в Приложении. Глава 4.3. “Наблюдения и обработка” фактически является повтором соответствующей главы 3.3. Вероятно, было бы полезно вынести разделы, посвященные составлению выборок галактик, их наблюдения и обработки в отдельную “наблюдательную” главу. Также на несколько неудачную организацию повествования указывает фраза из главы 3.4.2 на стр.84 - “Этот результат мы сравниваем с нашим первым результатом применения метода...” - тогда как это первое применение описано только в следующей главе.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования Чудаковой Екатерины Михайловны “Исследование толщины дисков линзовидных галактик в различном окружении”. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским

государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Чудакова Екатерина Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия».

Официальный оппонент:

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

Макаров Дмитрий Игоревич

11 сентября 2021 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 СА
кандидат физико-математических наук
Кайсина Елена Ивановна

11 сентября 2021 г.