

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Зайцевой Наталии Александровны
на тему: «Скорости вращения галактических дисков:
связь со светимостью галактик и массой газа»
по специальности 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия»

Актуальность

Проблема темной массы, характер ее пространственного распределения в галактике, зависимости параметров темной материи от других характеристик галактики являются предметом активных исследований современной астрономии и астрофизики. Интрига заключается в том, что с одной стороны, космологические симуляции и целый ряд данных наблюдений указывают на массу темного вещества, сопоставимую с барионным в пределах оптического радиуса галактик, при доминировании темной материи на более далеких расстояниях. Причем, считается, что темное вещество образует сфероидальную структуру, характеризуясь малым моментом вращения. С другой стороны, несмотря на значительные усилия по раскрытию природы темной материи, какого-то значимого результата получить не удается. Это объясняет появление все новых исследований, отрицающих небарионную природу скрытой материи. В частности, в ряде работ рассматривается гипотеза о холодных «темных» газовых облаках с большой суммарной массой, способной объяснить наблюдаемые кривые вращения на периферии галактик, включая области за пределами оптического радиуса. Работа Н.А. Зайцевой направлена на изучение такой возможности с разных сторон, поэтому ее актуальность не вызывает сомнений.

Важнейшая часть работы Н.А. Зайцевой заключалась также в сборе и накоплении новых астрономических данных о параметрах галактик,

собираемых для астрономических база данных, в частности, для базы данных HYPERLEDA.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность

Научные положения, выводы и рекомендации логически связаны, целостны, подтверждаются сравнительным анализом с результатами других авторов в соответствующих предельных случаях.

Достоверность полученных результатов обусловлена использованием хорошо проверенных методик обработки и анализа данных наблюдений. Автор использовал астрономические базы данных HYPERLEDA, каталоги Catalog of Edge-on Disk Galaxies from SDSS, Extragalactic Distance Database, THINGS, применял программное обеспечение для метода CMD, программный пакет GR3, пакет MATLAB, обеспечивающие корректность исходных данных и правильность обработки их. С использованием статистических методов Автору удалось уменьшить дисперсии зависимостей Талли-Фишера.

Наталия Александровна при проведении своего исследования использовала хорошо зарекомендовавшие себя методы: группу методов для определения расстояний по звездам, цефеидам, звездам типа RR Лиры, метод Surface Brightness Fluctuations (SBF), основанный на статистике подсчета звезд, метод на анализе верхушки ветви красных гигантов, группа методов, основанных на масштабных соотношениях для галактик.

Обоснованность разработанных в диссертации научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованной библиографией научных работ российских и зарубежных ученых, посвященных динамике, кинематике и фотометрии галактик, свойствам галактического газа, условиям развития гравитационной неустойчивости. Список литературы содержит 226 наименований.

Основные результаты диссертации достаточно полно отражены в 7 научных публикациях, в том числе 5 научных статей в изданиях, индексируемых библиографической базой данных Web of Science. Результаты, связанные с построением зависимости Талли-Фишера и каталог с данными о шкалах расстояний до галактик для базы данных HyperLEDA опубликованы в наиболее высокорейтинговых астрономических журналах Monthly Notices of the Royal Astronomical Society и Astronomy & Astrophysics. Важно указать, что одна из работ опубликована без соавторов. Основные результаты докладывались и обсуждались научным сообществом на специализированных научных конференциях.

Н.А. Зайцева сформулировала два направления развития своих исследований. Одно направлено на построение барионного соотношения Талли-Фишера (связь барионной массы диска, или массы звездной составляющей галактики со скоростью вращения) с использованием разработанного в диссертации многопараметрического подхода. Второе направлено на анализ эволюции галактик с необычно богатым содержанием газа, в которых масса HI составляет существенную долю интегральной массы звезд.

Новизна диссертационного исследования

Автор построил соотношение Талли-Фишера для галактик, видимых с ребра, по данным в оптическом диапазоне на основе новой выборки галактик. Используя дополнительные параметры, Автору удалось улучшить разброс в зависимостях Талли-Фишера. Многопараметрические соотношения Талли-Фишера с использованием показателей цвета и содержания водорода являются новым и важным результатом.

Проведенный Автором анализ позволил сделать вывод, что корреляция между поверхностными плотностями нейтрального водорода и темной материи может быть объяснена исходя из условия гравитационной устойчивости галактического диска в предположении примерного постоянства параметра устойчивости Тумре вдоль радиуса. Показано, что

общее содержание HI в галактике отражает условие пороговой гравитационной устойчивости диска, которое непосредственно связано с глобальной эволюцией галактики.

Обсуждение, замечания и рекомендации

1) Чем обусловлен выбор комбинаций $\log(V_{\text{rot}})\cdot\log(b/a)$ и $\log(V_{\text{rot}})\cdot\log(z/h)$ в качестве дополнительных параметров при проведении статистического анализа в параграфе 2.4? К сожалению, анализ результатов для этих параметров в работе не рассматривается.

2) На стр.71 указано, «если плотность газа выше критической, развитие неустойчивости приведет к возрастанию некруговых скоростей газа и, как следствие, к изменению темпа звездообразования и энерговыделения». Непонятно, как появление некруговых скоростей газа само по себе приводит к изменению темпа звездообразования. Для начала звездообразования прежде всего необходимо охладить газ, температура которого должна уменьшиться в десятки раз. И только после перехода в молекулярное состояние и образования достаточно долгоживущих молекулярных облаков могут возникнуть условия для гравитационного коллапса с образованием звезд. Казалось бы темный, очень плотный и очень холодный газ («тяжелый газ») более предрасположен к звездообразованию, чем горячая и маломассивная компонента HI.

Анализ гравитационной устойчивости моделей диска, содержащего HI и темный газ, необходимо проводить, рассматривая двухкомпонентную среду, и вычисляя эффективный параметр Тумре с использованием параметров обеих газовых компонент.

3) Хотелось бы увидеть точное выражение для Σ_{crit} , поскольку в формуле (3.3) не выполняется правило размерностей (размерность длины «лишняя» справа). Формулы для эпициклической частоты на стр.71 (8-я строчка снизу) и на стр.72 (2-й абзац снизу) дают размерность корень квадратный из обратной секунды.

4) Более реалистичным представляется рассмотрение модели диска, в котором DM в основной части диска (до 3-4 радиальных шкал) отсутствует или имеет малую плотность, и только на периферии начинает доминировать. Формула (3.1) в общем случае неприменима для круговой скорости составного диска, состоящего из двух произвольных компонент (HI и DM). Выражение для квадрата круговой скорости диска можно найти, например, в работе [Toomre, A. On the Distribution of Matter Within Highly Flattened Galaxies // *Astrophys. J.* 1963, v.138, p.385].

5) Следовало бы подробно описать способ моделирования кривой вращения в п.3.1.3 (см. рис.3.1-3.3). Для целого ряда точек модельной кривой вращения не выполняется условие, что сумма квадратов скоростей компонент равна квадрату скорости всей системы.

6) Параметр Q_{gs} в п.3.2.2 взят для NGC 925 из работы Leroy et al, 2008 и изображен на рис.3.7. Непонятно, почему для DDO 154 на рис.3.9 и в таблице приведена только величина Q_g и нет Q_{gs} (хотя в работе Leroy et al, 2008 эта зависимость имеется на стр.2821). Из таблицы 3.3 следует, что из восьми галактик с известной Q_{gs} половина (NGC 6946, IC 2574, NGC 3521, NGC 5055) гравитационно неустойчивы, поскольку $Q_{gs} < 1.5$ и в таких численных звездно-газовых моделях формируются возмущения. А для остальных объектов необходим более детальный анализ (параметр Q_{gs} несильно превышает 1.5), особенно учитывая, что погрешность таких оценок может быть значительной.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. 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 Наталья Александровна Зайцева заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
заведующий кафедрой информационных систем и компьютерного моделирования
института математики и информационных технологий Федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный университет»

ХОПЕРСКОВ Александр Валентинович



11.09.2018

Контактные данные:

тел.: 7(8442) 476051, e-mail: infomod@volsu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом

защищена диссертация: 01.03.02 – «Астрофизика, радиоастрономия»

Адрес места работы:

400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 100,
Волгоградский государственный университет, каф. ИСКМ
Тел.: 7(8442)460261; e-mail: math@volsu.ru

