

Отзыв официального оппонента

на диссертацию Лысковой Натальи Сергеевны
“Методы определения масс эллиптических галактик,
применимые для больших обзоров”,
представленной на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.03.02 — астрофизика и звёздная астрономия.

Диссертация посвящена проблеме определения масс эллиптических галактик на основе оптических данных. Работа нацелена на развитие надёжных методов, которые могут быть применены к большим обзорам галактик, когда детальное изучение каждого отдельного объекта нецелесообразно/невозможно. Особенно остро вопрос определения массы стоит для галактик на больших красных смещениях. Для этой цели в основном используются эмпирические вириалоподобные оценки, базирующиеся на знании среднего значения дисперсии лучевых скоростей и эффективного радиуса (характерного размера излучающей области галактики). Однако определение этих глобальных параметров не всегда однозначно и может зависеть от конкретного применяемого метода обработки наблюдательных данных. В этом случае метод оценки массы галактик, базирующийся на локальных свойствах профилей дисперсии лучевых скоростей и поверхностной яркости, может оказаться значительно более точным, чем вириалоподобные оценки. Тестированию и изучению области применимости подобного подхода и посвящена данная диссертация.

Диссертационная работа изложена на 135 страницах и состоит из введения, 4 глав, заключения и списка использованной литературы. Список литературы включает 109 наименований, охватывает широкий круг публикаций по затронутым в диссертации проблемам и достаточно полно характеризует хороший уровень компетенции диссертанта в освещаемых вопросах.

Во Введении (Глава 1) к диссертации сформулированы задачи и цели работы, её новизна, научная значимость, приведены основные положения, выносимые на защиту.

Вторая глава посвящена краткому обзору основных методов определения масс эллиптических галактик. Обсуждаются также простые подходы (локальный и глобальный), основанные на теореме вириала и/или уравнении Джинса, которые позволяют из минимального набора наблюдательных данных в оптическом диапазоне (профилей поверхностной яркости и дисперсии лучевых скоростей) восстановить значение массы галактики на специальном радиусе, на котором чувствительность полученной оценки массы к распределению орбит звёзд минимальна. Подобные методы могут оказаться полезными для больших обзоров эллиптических галактик, когда построение динамических моделей для каждого объекта нецелесообразно/невозможно.

В Третьей главе приведены результаты тестирования локального метода оценки массы на выборке модельных эллиптических галактик, полученных численным моделированием. Показано, что в случае массивных модельных галактик локальный подход позволяет получить несмещённую оценку круговой скорости, которая напрямую связана с массой, со среднеквадратичным разбросом $5 \div 8\%$ на красном смещении $z = 0, 1$ и 2 . Продемонстрировано, что данный метод может быть применён и к скоплениям галактик.

В четвёртой главе локальный метод адаптирован к наблюдениям в режиме длинной щели и применён к реальным объектам. На выборке модельных галактик показано, что в случае использования профилей поверхностной яркости и дисперсии лучевых скоростей, измеренных вдоль большой фотометрической оси, локальный подход даёт в среднем недооценённое на $4 \div 5\%$ значение круговой скорости. Предложена модификация локального метода, позволяющая получить практически несмещённую оценку круговой скорости при усреднении по выборке. Для небольшой выборки галактик, ярких в рентгеновском диапазоне, проведён анализ оптических и рентгеновских данных. Получены оценки на полную массу галактик в пределах специального радиуса, вклад нетепловой компоненты в полное давление горячего газа, а также на долю тёмной материи в пределах специального радиуса. В этом разделе проведено также очень важно сравнение специального радиуса с обычным эффективным радиусом наблюдаемых галактик. Развитие подобных калибровок позволит в ближайшем будущем использовать развитые в диссертации методы как мощным инструментом для исследования эволюции структур в наблюдаемой Вселенной.

Пятая глава посвящена детальному сравнению локального и глобального подходов на объектах с известным распределением массы, а именно на аналитических моделях, на модельных галактиках, а также на выборке реальных галактик, которые уже были проанализированы передовыми методами. Показано, что для оценки массы карликовых сфероидальных галактик предпочтителен глобальный подход, а в случае массивных эллиптических галактик – локальный. Предложен новый индикатор полной массы галактики. На выборке модельных галактик показано, что локальное значение дисперсии лучевых скоростей на радиусе R_2 , на котором поверхностная яркость убывает как R^{-2} , хорошо коррелирует с вириальной массой гало.

Пространственно разрешённые профили дисперсии лучевых скоростей для далеких галактик (вплоть до $z \sim 1$) доступны уже сейчас благодаря глубоким наблюдениям на Очень Большом Телескопе (VLT). После введения в эксплуатацию Европейского чрезвычайно большого телескопа (E-ELT) подобные профили будут получены для тысяч галактик.

Точное определение масс большого количества галактик на разных красных смещениях совместно с оценками массы светящейся компоненты необходимо для надежных оценок доли темной материи. Полученная зависимость доли темной материи от красного смещения должна послужить важной проверкой моделей образования структур в Λ CDM парадигме современной космологии и может оказаться критическим тестом, закрывающим теории модифицированной ньютоновской динамики (MOND). Таким образом, нет никаких сомнений в актуальности темы диссертации.

В заключительной части работы даны обобщенные выводы о решённых в диссертации задачах.

В целом диссертация очень аккуратно оформлена, богато иллюстрирована и легко читается. Можно высказать только несколько замечаний.

В диссертации по тексту встречаются разные обозначения эффективного радиуса. В пределах главы они согласованы, но в разных главах одно и то же обозначение может использоваться с несколько разным смыслом.

На стр. 45 допущена путаница на рис. 3.11, где на оси ординат отложена величина V_c , а в подписи говорится о различных массах: “На графике круговой скорости сплошной и пунктирной кривыми показаны масса...”

Должно быть нечто типа

“Сплошной кривой на правой нижней панели показана круговая скорость из уравнении (3.5), а штриховой – реальная скорость.”

В этом же разделе на стр. 44 идёт отсылка к уравнению 4.2 из следующей главы, хотя логичней сослаться на 3.5. В этих уравнениях несколько равенств с разным физическим смыслом, следовало бы разбить их на отдельные выключенные уравнения, чтобы было более понятно, к какому равенству обращается автор при ссылке на уравнение.

На стр. 26 не очень аккуратно описаны результаты работ Озер и др. Они учитывают обратное влияние сверхновых SNII, а в современных эллиптических галактиках, которым посвящена диссертация, не наблюдаются SNII.

На стр. 38 написано, что “эллиптических галактик с $\sigma_p < 150 - 200$ км/с наблюдается не так много”, но не оговорено, что это не так для многочисленных карликовых сфероидальных галактик.

На стр. 50 приведена красивая формула 3.6. Здесь нужна ссылка, а если это оригинальный результат, то следовало это подчеркнуть.

На стр. 69 используется значение $\mu = 0.61$, а на стр. 43 $\mu = 0.58$ без объяснений.

Иногда (но редко) видны следы сырого перевода текста с английского, а на стр. 63 остался кусочек английского текста. На стр. 14, 18, 41, 47, 85 замечены опечатки, которые, впрочем несколько не затрудняют чтение.

Все высказанные замечания носят чисто редакционный характер и несколько не снижают очень высокий уровень диссертации.

Достоверность результатов, подтверждённых в различных аналитических, численных подходах и на реальных объектах не вызывает сомнений.

В диссертацию включены 4 публикации соискателя в реферируемых журналах, 3 из которых входят в список ВАК РФ, и одна в журнале, входящем в международные базы цитирования, поддерживаемые ВАК РФ.

Автореферат и опубликованные работы полно и правильно отражают содержание диссертации.

Диссертация Н.С. Лысковой актуальна по тематике, содержит интересные в научном отношении результаты и свидетельствует о достаточной квалификации её автора. Основные результаты диссертации своевременно опубликованы и докладывались на конференциях. Диссертация по актуальности избранной темы, научной новизне,

практической значимости, достоверности и обоснованности решений и выводов удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатской диссертации (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 г. Москва “О порядке присуждения ученых степеней”), и её автор, Лыскова Наталья Сергеевна, несомненно заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 — “Астрофизика и звёздная астрономия”.

Официальный оппонент
доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник
НИЦ “КИ” ФГБУ “ГНЦ РФ ИТЭФ”,
лаборатория физики плазмы и астрофизики
Почтовый адрес: 117218, Россия, г. Москва,
ул. Большая Черемушкинская, 25
тел. 8-499-123-7565
e-mail: sergei.blinnikov@itep.ru



С.И. Блинников

Подпись С.И. Блинникова заверяю:
Учёный секретарь
НИЦ “КИ” ФГБУ “ГНЦ РФ ИТЭФ”
кандидат физико-математических наук



В.В. Васильев

07 декабря 2015 г.