

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ



119991, ГСП-1, Москва
Ленинский проспект, 53 ФИАН
Телефон: (499) 135 1429
(499) 135 4264
Телефакс: (499) 135 7880
<http://www.lebedev.ru>
postmaster@lebedev.ru

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ФИАН
д.ф.-м. н. Савинов С. Ю.



Дата 10.10.2016 № 11220-9311-1044

Отзыв ведущей организации
на диссертационную работу на соискание ученой степени
"доктор физико-математических наук"
по специальности "01.03.02 - астрофизика и звездная астрономия"
Дмитрия Игоревича Макарова "Построение карты близкой Вселенной"

Диссертация посвящена изучению пространственного распределения светящегося вещества в ближайшей окрестности (до 11 Мпк) системы галактик Млечный путь - Туманность Андромеды.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и двух приложений, посвященных изложению метода определения расстояний до галактик по вершине ветви красных гигантов, созданию баз данных внегалактических расстояний и исследованию распределения галактик в Местном Объеме и Местном Сверхскоплении.

Первая глава "Вершина ветви красных гигантов (TRGB) как индикатор расстояния" посвящена разработке методики определения расстояний до близких галактик, которая является адаптацией метода максимального правдоподобия к рассматриваемой задаче и использует эксперименты с искусственными звездами для наиболее точного учета наблюдательных эффектов. Разработанный метод позволил улучшить точность измерения расстояний и получать надежные результаты в сложных случаях малой населенности ветви красных гигантов и вблизи фотометрического предела наблюдений. Для метода была получена новая калибровка, независимая от

шкалы расстояний, построенной по цефеидам, однако находящаяся с ней в отличном согласии.

Во второй главе “Базы данных внегалактических расстояний” описаны структура баз данных HyperLEDA и EDD (Extragalactic Distance Database).

Третья глава “Местный Объем” посвящена исследованию близкой Вселенной. В ней отмечена важность Местного Объема для изучения статистических свойств галактик и сравнения с современными теоретическими моделями. Был создан каталог и база данных, включающая галактики, лежащие внутри сферы радиусом 11 Мпк от Галактики. В частности, было показано, что характер коллективных движений в Местном Объеме далек от невозмущенного хаббловского расширения. Построены различные масштабные соотношения, характеризующие галактики выборки. Продемонстрировано, что выборка галактик Местного Объема достаточно хорошо воспроизводит средние свойства Вселенной по многим характеристикам. Были построены функция светимости и функция круговых скоростей галактик. Показано, что выборка галактик полна до $M_B < -14$ mag. Показано, что обилие сравнительно крупных галактик хорошо согласуется со стандартной ЛямбдаCDM моделью и расходится с нею для карликовых галактик с круговыми скоростями менее 40 км/с. Этот вывод автора является для астрономии крайне важным и ведет к необходимости расширения стандартной космологической модели.

В четвертой главе описано исследование распределения вещества на шкале Местного Сверхскопления ($V < 3500$ км/с). Подробно описан процесс создания исходной выборки галактик. Описан предложенный и разработанный автором диссертационной работы алгоритм кластеризации, основанный на требовании, чтобы члены группы образовывали гравитационно-связанную систему. Исследованы свойства групп. Показано, что основная доля групп (97%) может рассматриваться как динамически проэволюционировавшие системы. В группах содержится около половины всех галактик или 82% полной светимости Местной Вселенной. Была получена оценка средней плотности Вселенной, $\Omega_m = 0.08$, в сфере диаметром 80-90 Мпк. Это существенно меньше глобального значения $\Omega_m = 0.28-0.31$, полученного при изучении флуктуаций микроволнового фона Вселенной и другими методами. Различие может быть связано с темной материей, не попадающей в группы.

Достоверность и обоснованность результатов диссертации обеспечивается применением тщательно разработанных методов, сравнением с данными других авторов. Работа была апробирована на российских и

международных симпозиумах и конференциях. Результаты были опубликованы в 37 статьях в ведущих астрофизических реферируемых журналах.

Научная новизна результатов связана с разработкой новых алгоритмов и методов для исследования галактик и их систем. Создание новых каталогов и анализ свойств галактик позволил получить новые результаты о распределении вещества в близкой Вселенной.

Практическая и научная ценность определяется тем, что разработанный метод определения расстояний активно используется различными группами исследователей. Этим методом получены расстояния для примерно 400 галактик. Информационные ресурсы играют важную роль в изучении свойств галактик, распределения вещества и космических потоков в ближней Вселенной. Каталоги, созданные в ходе выполнения данной работы, являются важным источником данных для изучения концентрации галактик, оценки массы и населенности систем, связи свойств с окружением.

Полнота представления результатов. Основные результаты диссертации опубликованы в 22 работах в ведущих реферируемых астрофизических журналах, входящих в список ВАК, и 15 статьях в сборниках трудов и конференций.

Замечания к диссертации:

1. Предложенный в четвертой главе алгоритм кластеризации не учитывает анизотропный характер формирования крупномасштабной структуры Вселенной, отмеченный еще Я.Б.Зельдовичем (1970). А именно, условие (4.4) верно лишь для сферически-симметричных систем, поэтому применение данного критерия не обязательно гарантирует гравитационную связанность системы.

2. Интерпретация полученного результата о том, что средняя плотность материи, заключенной в группах, примерно в три раза меньше глобальной средней плотности материи несколько мистифицирована. На самом деле простая оценка показывает, что большого расхождения тут нет: из функции масс гало (в модели Пресса-Шехтера, либо в более сложной модели Шета-Мо-Тормена) следует, что по предсказаниям стандартной модели в настоящую эпоху только лишь четверть всей материи заключена в гравитационно-связанных объектах с массой более $10^{12} M_{\odot}$, а если понизить планку массы до $10^{10} M_{\odot}$, то доля материи составит всего 40%. Таким образом, предположение о том, что остальные 2/3 материи распределены вне групп

примерно соответствует предсказаниям стандартной модели, а более аккуратное сравнение составило бы тему отдельной научной работы.

3. Из текста диссертации остаются неясными перспективы детектировать карликовые галактики очень низкой яркости, которые, тем не менее, могут иметь массу, сопоставимую с массой Магеллановых облаков.

Заключение. Диссертационная работа Макарова Дмитрия Игоревича представляет законченное научное исследование, выполненное на высоком научном уровне, и удовлетворяет всем требованиям “Положения о порядке присуждения ученых степеней” ВАК РФ, предъявляемых к докторским диссертациям. Ее содержание полностью соответствует специальности 01.03.02 “астрофизика и звездная астрономия”, а текст автореферата полностью отражает содержание диссертации. Из вышесказанного следует, что ее автор Макаров Д.И. Заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук.

Отзыв заслушан и утвержден на семинаре отдела теоретической астрофизики АКЦ ФИАН 6 октября 2016 г.

Отзыв составил
Зав.отделом теор.астрофизики АКЦ ФИАН,
Проф., д. ф.- м. н.

 В.Н. Лукаш