

О Т З Ы В

официального оппонента о диссертации
Соловьёва Дмитрия Игоревича

на тему: «Протяженные структуры и взаимодействие реликтового излучения с ними»
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия

Исследования реликтового излучения являются одним из наиболее информативных источников данных об истории Вселенной. Результаты работы космических обсерваторий WMAP и Planck позволили определить геометрию Вселенной и подтвердить наличие в ней темной материи и темной энергии. Несмотря на то, что реликтовое излучение само по себе является довольно мощным, для получения полезной для космологии информации необходимо исследовать малые пространственные и/или частотные флуктуации этого излучения, и при этом необходимо правильно отделить флуктуации самого реликтового излучения от многочисленных фонов. На небе содержатся тысячи радиоисточников, которые могут исказить картину наблюдений реликтового фона.

В работе Д.И. Соловьёва анализируются различные проявления радиогалактик, которые, с одной стороны, могут повлиять на результаты анализа свойств реликтового фона, а с другой стороны, свойства самих галактик могут быть уточнены с помощью анализа эффекта Сюняева-Зельдовича. А именно: соискателем на основании опубликованных наблюдений найдены новые гигантские радиогалактики; исследована морфология гигантских радиогалактик и найдены объекты с признаками слияния галактик; проанализированы усредненные спектры протяженных компонент радиогалактик; предложен новый метод отбора кандидатов в объекты с эффектом Сюняева-Зельдовича; построена модель распределения протяженных радиоисточников на небесной сфере и показан значимый вклад этих источников в пространственный спектр анизотропии реликтового излучения.

Практическая значимость работы. Предложенные методы поиска протяженных радиоизлучающих объектов и объектов с эффектом Сюняева-Зельдовича найдут применение при анализе данных от будущих наземных и космических обсерваторий. Модель распределения протяженных радиоисточников на небесной сфере может применяться при планировании стратегии будущих наблюдений, в частности, поиска скоплений галактик по эффекту Сюняева-Зельдовича.

Диссертация объемом 137 страниц представляет собой **законченное научное исследование**, посвященное исследованию протяженных структур и взаимодействию реликтового излучения с ними. Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения. **Достоверность и надежность** результатов работы подтверждается использованием новейших доступных наблюдательных данных, применением адекватных методов их обработки, сравнением с результатами других научных групп, там, где это возможно. Основные результаты опубликованы в 9 научных работах в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК, а также прошли проверку на авторитетных российских конференциях. Выносимые на защиту **результаты являются оригинальными и новыми.**

Замечания и пожелания к работе:

- В диссертации содержится ряд опечаток, а также неаккуратностей в оформлении подписей к таблицам и рисункам. В подписи к Таблице 1.2 указан тип объектов FR I, хотя должен быть FR II. В Таблице 3.2 фигурирует значение shifted min, однако нигде не объяснено, что оно означает. В подписях к Рис. 4.1-4.5 вместо axes (оси) написано ахе (топор). Следует отметить невысокое качество некоторых рисунков. Например, Рис. 1.5 — слишком мелко подписана шкала, часть подписи обрезана. На

Рис. 3.4 различные символы и боксы ошибок накладываются друг на друга, разобрав, где какой символ практически невозможно.

- Отдельного упоминания заслуживает Рис. 3.2, на котором часть точек на одной и той же кривой приведены в единицах температуры, а часть — в Ян/стер. Неясно, почему нельзя было привести их к одинаковым единицам. Такие рисунки могут запутать читателя.
- Неясно, почему на Рис. 4.14 наблюдается разница на 7-8 порядков между подсчетами источников в модели соискателя с соавторами и в работе [121].
- Не объяснено, почему для анализа в 5 главе выбраны только источники с прямым восхождением от 0 до 2 часов.
- В таблице 5.2 напрашивается привести какую-либо характеристику величины эффекта Сюняева-Зельдовича и достоверности его обнаружения. Например, величину Y -параметра и отношение сигнал/шум. Приведенные в диссертации результаты для конкретных источников (список источников, в которых есть эффект) поэтому мало информативны.
- При моделировании в 4 главе спектра мощности от излучения источников возможно, не следует ограничиваться яркими источниками. Флуктуации числа более слабых источников тоже могут давать заметный вклад в спектр мощности фона. Это приводит к хорошо известному в инфракрасной и радиоастрономии эффекту путаницы, при котором диаграмма направленности телескопа захватывает несколько недетектируемых по отдельности источников, которые вместе создают достаточный для детектирования сигнал.

Указанные замечания являются мелкими недочетами или вопросами/пожеланиями на будущее и не влияют на общую положительную оценку работы. Результаты, полученные Д.И. Соловьевым вносят существенный вклад в исследования радиогалактик и проблем измерения свойств реликтового фона и могут быть использованы в научных учреждениях, в которых ведутся работы по астрофизике и астрономии: ФИАН им. П.Н. Лебедева, МГУ им. М.В. Ломоносова, ИКИ РАН, ИНАСАН и др.

Текст диссертации написан хорошим языком, автореферат диссертации правильно отражает её содержание. Диссертационная работа Д.И. Соловьева полностью удовлетворяет требованиям Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 «астрофизика и звездная астрономия».

Официальный оппонент,
с.н.с. Физического института им. П.Н. Лебедева
к.ф.-м.н.

С.В. Пилипенко

Подпись С.В. Пилипенко удостоверяю

Ученый секретарь ФИАН

А.В. Колобов