

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертационную работу **Тюльбашева Сергея Анатольевича** на соискание
ученой степени «доктор физико-математических наук» по специальности
«01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия» (отрасль наук: «физико-
математические») на тему «**Свойства компактных радиоисточников по
наблюдениям в метровом диапазоне волн**»

Диссертация С.А. Тюльбашева посвящена наблюдательному исследованию внегалактических радиоисточников на метровых длинах волн с помощью БСА ФИАН. Тема несомненно является актуальной, потому что внегалактические радиоисточники – это в основном активные галактические ядра, расположенные в большом интервале красных смещений, от 0 до 5. Таким образом, исследуя внегалактические радиоисточники, автор «прощупывает» эволюцию активных галактических ядер в полном диапазоне космологических времен, от их рождения до явственного затухания в современную эпоху. Эволюция же галактик и в частности их активных ядер – это самая «горячая» тема в настоящий момент в полной картине эволюции Вселенной: расхождение теории и наблюдательных данных не позволяет сформулировать сценарий формирования и эволюции галактик, который удовлетворил бы всех. Весомый вклад со стороны новых наблюдений невероятно ценен и актуален именно на данном этапе.

Результаты, полученные автором, являются абсолютно новыми, поскольку получены в результате его собственных многолетних наблюдений на уникальной антенне БСА Пущинской радиоастрономической обсерватории: приспособленная для наблюдений на метровых длинах волн, она превосходит по чувствительности немногие существующие зарубежные аналоги. Основные результаты работы хорошо обоснованы; большой кусок диссертации посвящен тщательному описанию методических подходов автора к наблюдениям, обработке и анализу данных. В целом, можно сказать, что за 20 лет автором проделана огромная работа, принесшая полезные данные и интересные результаты интерпретации этих данных. Результаты хорошо опубликованы: список печатных работ по результатам диссертации содержит 39 наименований, в том числе статьи в уважаемых отечественных и европейских журналах.

Недостатки, обнаруженные в тексте диссертации, в основном происходят из весьма длительного периода выполнения работы. Обзоры результатов предшественников автора по различным рассмотренным вопросам — довольно скучны и, похоже, часто ограничиваются периодом написания соответствующей статьи, чаще всего — 90-ми годами. Иногда это сказано прямым текстом, как на стр. 135: «Ранние попытки поиска больших фарадеевских вращений на телескопах с заполненной апертурой предпринимались Ruzmaikin and Sokoloff (1979) и Rudnick et al. (1983) примерно 25 лет назад.» Понятно, что если бы этот текст писался в наши дни, то стояло бы «45 лет назад». Иногда прорывается архаичность представлений о Вселенной. В Табл. 4.5 приведены оценки угловых размеров протяженных источников с фиксированным линейным размером для двух космологических моделей — с параметром замедления $q_0=0.5$ и 1. Между тем, мы уже 15 лет точно знаем, что Вселенная в данный момент расширяется с ускорением, а не с замедлением. На стр. 107 описывается распределение квазаров по красному смещению и упоминается «верхняя граница плотности источников при $5 < z < 7$, подтверждающая уменьшение плотности квазаров на больших красных смещениях». Плотность квазаров на больших красных смещениях действительно уменьшается, однако сейчас известны выборки квазаров вплоть до $z \sim 7$, и нет нужды ссылаться на «верхнюю границу плотности». Иногда автор не упоминает в обзоре даже самые важные и интересные работы предшественников. Например, начиная главу про обзоры источников поля, он решительно утверждает, что с помощью наблюдений мерцаний источников «до настоящего времени было сделано всего лишь два подобных

обзора. В обзоре на 81.5 МГц (Readhead and Hewish, 1974) ... В обзоре мерцающих радиоисточников на 327 МГц (Balasubramanian et al. 1993) ...» Между тем, был еще обзор мерцаний источников на 81.5 МГц всего северного неба Purvis et al. (1987), результаты которого автор несколькими параграфами далее даже использует для своего анализа; при этом он почему-то объединяет статьи Readhead and Hewish (1974) и Purvis et al. (1987) под общим названием «кембриджский обзор» и настаивает на его низкой чувствительности. В действительности, это два разных обзора: обзор Purvis et al. (1987) был проведен на антенне Большой эффективной площади, чем обзор Readhead and Hewish (1974), и по чувствительности всего в 2 раза уступает пущинскому обзору. Непонятно, учитывает ли автор реальную глубину обзора Purvis et al. (1987), когда сравнивает его результаты со своими. Еще пример игнорирования предшественников. В параграфе 4.5, предлагая метод оценки красного смещения источника по его радиоконтинууму, автор настаивает, что «в радиодиапазоне до настоящего времени не найдено...» ни стандартной свечи, ни линий для измерения эффекта Доплера, поэтому прямые измерения красных смещений радиоисточников были невозможны. Между тем, существует широко известная серия работ Рут Дэйли, начиная с Daly (1994) (суммарное цитирование этой серии статей превышает 600), где предлагается использовать протяженные радиоисточники как стандартные линейки. Удивительно, но этим методом уже в начале 90х годов Рут Дэйли получала как раз ускоренное расширение Вселенной. Можно было бы и упомянуть этот метод.

«Склейка» опубликованных в разных статьях кусков работы порой выглядит неуклюже. Так, в главе про подсчеты радиоисточников сначала упоминается, что подсчеты проводились на двух площадках (и список радиоисточников в этих двух площадках дан в Приложении), причем вторая площадка была побогаче и исследовалась с большей глубиной. А потом в Таблице 3.1 и на рис. 3.1 приводится подсчет только по первой площадке, и он же подробно обсуждается как конечный результат. Почему же не использовались для подсчетов данные второй площадки?! Интересно, что точки на рис. 3.7, где автор сравнивает свои подсчеты с подсчетами «кембриджского обзора», не похожи на точки на рис. 3.1; эти два рисунка были опубликованы в разных статьях, с разницей в 2 года. Может ли мы надеяться, что на рис. 3.7 (более позднем) приведены подсчеты уже по двум площадкам (хотя об этом ничего не сказано в тексте диссертации)?

На взгляд оппонента, не так расставлены акценты в параграфе 4.2.3 при анализе соотношения между энергией магнитного поля и релятивистских электронов в компактных источниках с возможным синхротронным самопоглощением. Для оценки обеих энергий используются формулы из модели Артюха (1988): сначала по наблюдательным данным оценивается магнитное поле (в определенных модельных предположениях), а потом оно подставляется в формулу для нормировки электронной плотности. То есть энергия релятивистских частиц изначально получается из магнитной энергии; причем электронная плотность пропорциональна напряженности магнитного поля в отрицательной степени. Из этого немедленно следует, что на рис. 4.4 и рис. 4.5 автор получил именно то, что заложил в модель, и нет нужды это обсуждать. Равнораспределение энергий тут можно было ожидать только в том случае, когда у всех источников все энергии были бы равны строго 10^{-5} эрг/см³. А обсуждать тут можно только, реален ли такой большой диапазон возможных энергий магнитного поля, который получился у автора. Ну, и конечно, применима ли модель Артюха (1988).

В тексте найдено заметное количество опечаток, носящий смысловой характер. На стр. 80 в формуле для дифференциальных подсчетов источников получается тождественный ноль, так как вместо S_2 упомянуто S_1 . Стр. 95: «В четвертой колонке даны ссылки на работы...». Нет у Таблицы 3.2 четвертой колонки, их только три. На рис. 5.2 на оси абсцисс мы видим отрицательные компактности R — что это такое? На рис. 5.4 и 5.5 ось абсцисс не оцифрована. Автор не любит запятых и принципиально не выделяет деепричастные и причастные обороты — это затрудняет чтение. Однако когда автор внезапно решает поставить запятую, иногда получается еще хуже: на стр. 174 - «При этом компактная компонента, имеющая плотность потока 30-40 мЯн, на частоте 5 ГГц

должна уверенно обнаруживаться на низких частотах» - так на низких частотах или на 5 ГГц?

Однако вышеупомянутые недостатки не снижают в целом положительного впечатления от работы диссертанта и никоим образом не умаляют обоснованности и достоверности основных выводов и заключений диссертации. Работа является новым крупным достижением в исследовании компактных внегалактических радиоисточников и дает фактическую основу для дальнейших продвижений в создании общих сценариев происхождения и эволюции активных ядер галактик. Я считаю, что диссертация С.А. Тюльбашева удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Сергей Анатольевич Тюльбашев, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 - астрофизика и звездная астрономия. Выносимые на защиту выводы опубликованы в научной печати, в том числе в более чем 30 статьях в рецензируемых журналах, в том числе международных и высокоимпактных, а автореферат диссертации правильно отражает ее содержание.

Зав. отделом физики эмиссионных звезд и галактик ГАИШ МГУ
(119991, Москва, Университетский проспект, 13)
доктор физ.-мат. наук

О.К. Сильченко



Подпись зав. отделом ГАИШ МГУ О.К. Сильченко заверяю

Директор ГАИШ МГУ
академик РАН, профессор

А.М.Черепашук

