

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу Китаевой Марины Анатольевны «Поиск пульсаров и вращающихся радиотранзиентов по наблюдениям на радиотелескопе БСА ФИАН», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. – «Физика космоса, астрономия».

Актуальность темы.

Диссертационная работа М.А. Китаевой посвящена поиску радиопульсаров в объемном и многолетнем обзоре области северного неба на телескопе БСА ФИАН. Такой успешный поиск ведется большим коллективом ПРАО, в котором диссертант занимает важное место и наблюдателя, и исследователя, и интерпретатора полученных результатов.

Список научных статей с участием М.А. Китаевой внушителен — 10 статей в АЖ, ПАЖ, MNRAS, A&A, что превышает необходимые показатели для кандидатской защиты. Именно на основе этих работ и выводов в них написана представленная диссертация, состоящая из отличного введения в «пульсарную» тему, трех глав, заключение, списка литературы и приложений.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Диссертант представил несколько важных пунктов к защите: открытие 79 пульсаров в большой области поля зрения БСА на частоте 111 МГц, анализ периодов дрейфа импульсов некоторых ярких пульсаров, открытие редких одиночных импульсов от ярких пульсаров и от вращающегося транзиента RRAT и получение верхних пределов на импульсный поток от пяти гамма-пульсаров. Все эти открытия и оценки были сделаны разными методами обработки калиброванных записей кривых прохождения.

Чаще всего применялся метод накопления спектров мощности для каждого «пикселя» - ДН 128 синтезированных лучей телескопа, в среднем занимающего 205 секунд в двух взаимно дополняющих режимах: 1) с шестью субканалами полосой по 430 кГц и частотой опроса 100 мс и 2) с 32 субканалами полосой по 78 кГц с частотой опроса 12.5 мс при общей полосе 2.5 МГц вокруг частоты 110.3 МГц. Оба режима с делением частоты на полосы необходимы для выделения сигналов, подверженных космической дисперсии, обусловленной свойствами распространением радиоволн в МЗС с тепловыми электронами в Млечном пути. Сам

телескоп БСА, как показано диссертантом, обладал и обладает исключительно большой эффективной площадью, до 47000 кв. м, что выделяет инструмент среди всех пульсарных телескопов мира.

Пункты, выносимые диссертантом на защиту, а именно: открытие 79 новых радиопульсаров и одного гамма-пульсара J0357+3205; определение периода P2 для дрейфа импульсов у 11 пульсаров и периода P3 и направление этого дрейфа у семи пульсаров; обнаружение четырех новых радиотранзиентов и одного нового RRAT (J0812+8626); исследование влияния межпланетной плазмы на импульсное излучение пульсаров, - представляются вполне обоснованными и исключительно важными для всей пульсарной астрофизики и теории излучения нейтронных звезд.

Оценка новизны и достоверности.

Научная новизна работы состоит в том, что диссертант исследует и обсуждает самые свежие наблюдательные данные от телескопа БСА, полученные в последние несколько лет, всецело основываясь на опубликованных работах, в которых диссертант принимал самое активное участие, как следует из описания собственного вклада М.А. Китаевой. Многие открытия уже подтверждены коллективами других телескопов. В целом, современный популярный каталог пульсаров числом ~4500 содержит более 200 пульсаров, открытых в России только в ПРАО.

Несмотря на имеющиеся очевидные достоинства работы, выраженные в ДЕСЯТИ публикациях, посвященных открытию и исследованию пульсирующих объектов – пульсаров и RRAT. в ней имеются отдельные недостатки, которые мешают более ясному пониманию некоторых моментов анализа данных. Стоит оговориться, что в целом текст и рисунки очень подробно описывают наблюдения, сделанные выводы и результаты не сильно страдают от обнаруженных недостатков.

1) Хорошим тоном считается публикация пары статей с диссертантом как первого автора. Таковых среди списка статей нет.

2) Не все процедуры обработки данных описаны подробно — например не оговорено, что собственно принимает телескоп - вероятно интенсивность в одной горизонтальной линейной поляризации. Это напрямую входит в формулу расчета чувствительности ($G=A_{\text{eff}}/2k$). Не ясно, как определяется эффективная площадь — для ее определения из наблюдений нужны опорные источники. А они определенной есть в полосе обзора (например, Лебедь А и Дева А). По ярким опорным источникам

легко калибруются субканалы. Также не ясно, каков уровень боковых лепестков. Например, на рис. 3.2 приведены 13 пульсаров, которые не входят в указанную площадку (выше Dec=56гр), но регистрируются в боковых лепестках телескопа. Однако, склонения указанных пульсаров лежат на десятки градусов ниже указанного предела склонений. Значит ли это, что боковые лепестки антенны могут сильно осложняют поиск новых пульсаров?

3) С другой стороны, многократное упоминание о методе суммирования спектров мощности для снижения уровня шумов представляется избыточным, так как этот метод совершенно естественен в любой работе, связанной с накоплением сигнала на фоне шумов.

4) Всегда упоминается спектр мощности, то есть по смыслу сумма квадратов амплитуд гармоник деленная на 2, но на графиках спектров мощности наносятся отношения СШ (рис.1.10, 1.16), соответствующего амплитудам сигнала. Это представляется ошибочным - надо наносить уровни $(СШ)^2/2$.

5) Крайне мало места посвящено обсуждению современной теории пульсарного излучения. Только в обсуждении дрейфа импульсов упоминается модель «карусели». Явно не хватает измеренных потоков у импульсов новых пульсаров, что могло бы стать важной темой для обсуждения.

6) Если судить по ряду западных работ, критика обнаружения пульсирующих источников на БСА основана на малой полосе частот: 2.5 МГц (например, у LOFAR на схожей частоте 135 МГц она составляет 32 МГц). А это приводит к фактически линейным динамическим спектрам (рис. 3.4), то, что часто называют «водопадом» - который и должен выглядеть как спадающая парабола.

7) На рис. 3.3, где приведены средние профили ярких импульсов, в подписи читаем «Горизонтальная ось показывает длительность записи в точках, вертикальная - плотность потока в у.е., которые для парных рисунков приведены в одной шкале». «Длительность записи в точках» лучше было бы переместить во время. Видно, что шкалы не одни и те же и маркируется по разному. И в западной научной литературе принято обозначение некалиброванных амплитуд измеряемых величин в «a.u.» = arbitrary unit - это «произвольные единицы» — не У.Е., которые из другой области. В целом представленные графики и рисунки в диссертации не самая сильная сторона работы.

8) Как можно понять из текста суммируются именно сотни спектров мощности, а не сами записи, потому что не удастся учесть сдвиги на

движение Земли день ото дня, то что называется приведением к барицентру. Существует ли теоретическая возможность такого подхода? Если нет, то почему - из-за влияния межпланетной среды, которое невозможно учесть в наблюдениях на столь низкой частоте или от других обстоятельств? Если бы состыковывались сами приведенные записи, то средние профили по большому числу импульсов были бы измерены с высокой точностью. Разумеется, и сама процедура выделения основных гармоник была бы более точной. То есть более точные периоды и даже производные периода.

Сам текст написан понятно, хотя и не лишен некоторых длиннот и повторений, и есть мелкие замечания.

i) В введение сказано, что один пульсар обладает максимальным периодом 23 с. Однако, недавно на телескопе ASKAP обнаружены два удивительных пульсара ASKAP J183950.5–075635.0 и ASKAP J193505.1+214841.0 с периодами 6.45 часа и 53.8 минуты.

ii) На рисунках «Number of points» вернее заменить на «Point number» (номер точки).

iii) Видимо, в таблице 12 S_{p1} и S_{p2} даны в мЯн

iv) На странице 16 написано «На опубликованные работы на сегодняшний день имеется более ста положительных ссылок в ведущих журналах» - это верно, ссылок даже несколько больше ~140, судя по ADS, но две работы по поиску пульсаров на LOFAR имеют больше 250 цитирований.

Возможно, диссертанту и ее соавторам стоит больше пропагандировать достойные результаты поиска пульсаров на БСА.

В целом текст диссертации производит хорошее впечатление — результаты работы подробно описаны в трех главах, все выносимые на защиту научные результаты полностью опубликованы, обсуждены преимущества БСА по сравнению с другими низкочастотными измерениями. Работы с участием автора помечены в тексте автореферата. Список литературы во всех отношениях полон.

II

Подводя итог, важно заключить, что новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для мировой астрофизики и наблюдательной пульсарной радиоастрономии. Диссертация является законченным научным исследованием темы, представленной в названии диссертации. Работа исключительно полезна исследователям в данной области астрофизики, например в РФ: в САО РАН, МФТИ, ИПА РАН, СПбГУ, ФТИ им. А.Ф. Иоффе и КРАО РАН.

Автореферат правильно отражает основное содержание диссертации, содержит обоснованные выводы, отвечает требованиям ВАК Минобрнауки РФ.

Диссертационная работа полностью отвечает всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. No 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Марина Сергеевна Китаева заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. - «Физика космоса, астрономия».

Официальный оппонент:

Трушкин Сергей Анатольевич

заведующий лабораторией
радиоастрофизики САО РАН,
ведущий научный сотрудник,
доктор физико-математических наук
тел.: +7 (928)3963178,
e-mail: satr@sao.ru.

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 01.03.02. Астрофизика, звездная астрономия

Адрес места работы:

369167, Карачаево-Черкесская республика, пос. Нижний Архыз,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук
Тел.: +7 (87878) 46336;
e-mail: admsao@sao.ru

Подпись официального оппонента С.А. Трушкина заверяю

Ученый секретарь САО РАН

Е.И. Кайсина

4 сентября 2026 года