

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**д.ф.-м.н. Н.Н. Самуся**

**о диссертации М.А. Тимиркеевой**

**«Исследование особенностей радиопульсаров, излучающих в гамма- и рентгеновском диапазонах»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук**

Радиопульсары, а также пульсары, излучающие в гамма-лучах и в рентгеновских лучах – интересные объекты астрофизики. Изучением радиопульсаров традиционно с успехом занимаются в ПРАО ФИАН, в частности, потому, что там находится замечательный радиотелескоп БСА ФИАН, открывающий большие возможности для их исследования. Для сопоставления с результатами для рентгеновских и гамма-пульсаров приходится привлекать данные спутниковых наблюдений. Такой комплексный подход вызывает особый интерес, позволяет лучше понять физику явлений, что в значительной степени определяет *актуальность* рассматриваемой диссертационной работы.

Диссертация М.А. Тимиркеевой состоит из Введения, четырех глав, Заключения, списка литературы (127 библиографических ссылок), и двух Приложений (А и Б), куда вынесены все таблицы, кроме одной. Общий объем диссертации сравнительно невелик – 117 страниц.

Введение содержит довольно подробный (20 страниц) и увлекательный обзор исследований пульсаров – нейтронных звезд со времени опубликования идеи Л.Д. Ландау о существовании сверхплотных звезд, открытия нейтрона Дж. Чедвиком в 1932 г., введения В. Бааде и Ф. Цвикки термина «сверхновая звезда» и высказывания ими предположения о существовании нейтронных звезд в 1934 г., открытия А. Хьюишем и Дж. Белл первого радиопульсара CP 1919 в 1967 г. (нобелевскую премию за которое, увы, получил только Хьюиш) и до наших дней. Думаю, что читатели диссертации ознакомятся с этим обзором с большим интересом. Он дает четкое представление как о том, что уже достигнуто, так и о том, что еще предстоит сделать. Далее во Введении охарактеризованы актуальность исследования, цели работы, решаемые задачи, новизна, научная и практическая значимость. Отметим, что в диссертации в основном проводится сопоставление наблюдений других авторов в разных диапазонах. Собственные наблюдения – это попытка обнаружить радиоизлучение у гамма-пульсара J1836+5925. Их результатом оказался только верхний предел радиопотока, ввиду чего об этих

наблюдениях говорится довольно скромно, хотя объем проделанной работы был велик, а отрицательный результат, как известно, тоже результат. Далее во Введении сформулированы четыре основных положения, выносимые на защиту. Обсуждается достоверность результатов. Приведены впечатляющие сведения об *апробации работы* (список из 27 докладов на конференциях, в том числе весьма высокого уровня). Четко охарактеризован *личный вклад*, приведены сведения о публикациях. Публикации разбиты на три группы, первая и главная из них – семь публикаций в рецензируемых журналах (все семь в соавторстве, в двух из них М.А. Тимиркеева – первый автор). Завершает Введение описание структуры работы, содержания глав и приложений.

Глава 1 названа (пожалуй, не вполне точно) «Радиопульсары с излучением вне радиодиапазона» – на самом деле среди анализируемых четырех подвыборок есть и пульсары, излучение которых выявлено только в радиодиапазоне. Изучены распределения характеристик пульсаров избранных четырех групп по различным параметрам. Для оценки согласованности распределений использован критерий Колмогорова–Смирнова. Найдено, что пульсары с зарегистрированным жестким излучением обладают более сильными магнитными полями на световом цилиндре и более высокой скоростью потерь энергии вращения.

Глава 2 посвящена сравнению светимости пульсаров в различных диапазонах. Изучены распределения по светимости, по расстоянию. Найдены подтверждения предположению о генерации гамма-излучения на периферии магнитосферы пульсаров. Выявлена корреляция гамма-светимости радио-тихих пульсаров со скоростью потери энергии вращения.

В Главе 3 отобраны радиопульсары – кандидаты в источники гамма-излучения. Представлены результаты выполненных автором радионаблюдений гамма-пульсара J1836+5925, подобного знаменитому гамма-пульсару Геминга. Как уже говорилось, результатом стал верхний предел плотности его радиопотока.

Глава 4 называется «Радиопульсары как рентгеновские источники». В ней, в частности, найдена сильная корреляция между рентгеновской светимостью радиопульсара и скоростью потери энергии вращения. Очень важным следует считать полученный в диссертации вывод о генерации нетеплового рентгеновского излучения радиопульсаров синхротронным механизмом.

В Заключении четко и подробно сформулированы основные результаты работы. Далее, как уже упоминалась, помещено большинство таблиц.

Результаты и выводы диссертации М.А. Тимиркеевой характеризуются значительной *новизной*. Главное то, что в работе впервые проанализированы все аспекты

соотношений между радиопульсарами, рентгеновскими пульсарами, гамма-пульсарами. Эти достоинства работы не оставляют также сомнений в ее *актуальности*, о чем уже было сказано.

Что касается *достоверности* полученных результатов, она обеспечивается четким и убедительным обсуждением применяемой методики. В нескольких случаях удалось продемонстрировать согласие с результатами других авторов.

*Научная и практическая значимость* работы несомненны. Составлены каталоги объектов для дальнейшего исследования, фактически проработана программа будущих наблюдений. Результаты исследований могут быть использованы во многих радиоастрономических учреждениях в нашей стране и за рубежом.

Замеченные мной недостатки диссертации М.А. Тимиркеевой в основном носят редакционный и технический характер. С большим сожалением отмечу, что практически во всех попадавших мне на глаза диссертациях последнего времени неоднократно встречается воспетый А.П. Чеховым и недопустимый по правилам русского языка абсолютный деепричастный оборот (у Чехова: «Проезжая мимо вашей станции и глядя в окно, у меня слетела шляпа»). В рецензируемой диссертации таких оборотов достаточно много.

На стр. 9 перечислены несколько различных обозначений объекта Her X-1. Среди них есть обозначение J0115+6325, которое не может быть правильным; возможно, это искаженное обозначение следующего упомянутого в той же строке объекта? В то же время отсутствует обозначение HZ Her, что для меня как редактора Общего каталога переменных звезд несколько огорчительно.

В стандартах русскоязычной научной литературы для десятичного логарифма принято обозначение  $\lg$  (на Западе его обозначают  $\log$ ). В диссертации всюду  $\log$ , кроме рис. 3.4 (стр. 70), где использован натуральный логарифм ( $\ln$ ).

Не хочется перечислять многочисленные опечатки, терминологические неточности и языковые ошибки. Назову лишь те из них, которые мешают пониманию или искажают смысл.

В сноске на стр. 5 термин «эпоха» использован в смысле «равноденствие». На стр. 11, в фразе «теоретическая оценка активных пульсаров», очевидно, пропущено слово «количества», было бы уместно также сказать: «в Галактике».

На стр. 31 я не вполне понимаю ссылку C1. В цитируемом журнале “Astronomical and Astrophysical Transactions” должны быть том и страница.

На стр. 34 три строки текста повторены в двух абзацах подряд.

На стр. 38 (рис. 1.2в) пропущен минус у числа 20 в обозначении первого бина.

На стр. 48 читаем: «Радиоимпульсы... сильно зависят от частоты». Полагаю, что речь о *распространении* радиоимпульсов.

На стр. 68 обозначение S/N расшифровано как “signal-to-noise relationship”; лучше сказать “signal-to-noise ratio”.

На стр. 86, в одном абзаце с правильным выражением «можно определить», есть забавная опечатка «можно определитель».

На стр. 86 (ссылка 69) опечатка “spindow” вместо “spindown”.

Повторю еще раз, что указанные недостатки имеют технический характер и не изменяют общей высокой оценки работы.

Диссертация Марии Андреевны Тимиркеевой «Исследование особенностей радиопульсаров, излучающих в гамма- и рентгеновском диапазонах» представляет собой законченное научное исследование и содержит решение важных научных задач. Она удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 «астрофизика и звездная астрономия», а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Официальный оппонент

ведущий научный сотрудник

Института астрономии РАН

доктор физико-математических наук, профессор

Н.Н. Самусь

Самусь Николай Николаевич, Москва 119270, 3-я Фрунзенская ул., д. 1, кв. 37,

тел. +7916-6190813, электронная почта <samus@sai.msu.ru>.

2 августа 2022 г.

Подпись Н.Н. Самуся удостоверяю:

Ученый секретарь Института астрономии РАН

кандидат физико-математических наук

А.М. Фатеева