

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.023.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ "ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.
П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК" (ФИАН)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 13 сентября 2022 года № 2

О присуждении Тимиркеевой Марии Андреевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Исследование особенностей радиопульсаров, излучающих в гамма- и рентгеновском диапазонах» по специальности 01.03.02 «астрофизика и звёздная астрономия» принята к защите 22 июня 2022 г., протокол №22112, диссертационным советом Д002.023.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физический институт имени П.Н. Лебедева Российской академии наук», 119991, Москва, Ленинский проспект, дом 53, ФИАН, приказ № 105/нк от 11.04.2012 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Соискатель Тимиркеева Мария Андреевна, 1992 года рождения, в 2015 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пущинский государственный естественно-научный институт» с присвоением квалификации магистра по направлению подготовки 010700 «Физика». Тимиркеева М.А. обучалась в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН» в период с 01 ноября 2015 года по 31 октября 2019 года по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» по специальности 01.03.02 «астрофизика и звёздная астрономия». Диплом об окончании аспирантуры с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» выдан 27 сентября 2019 года. Справка об обучении в аспирантуре с результатами сдачи кандидатских экзаменов по специальности 01.03.02 «астрофизика и звёздная астрономия» выдана 18 мая 2022 года в ФГБУН «Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН». В настоящее время соискатель работает младшим научным сотрудником в Пущинской радиоастрономической обсерватории Физического института им. П.Н. Лебедева РАН.

Диссертация выполнена в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН. Научный руководитель – доктор физико-математических наук Малов Игорь Федорович, главный научный сотрудник ПРАО АКЦ ФИАН.

Официальные оппоненты:

Николай Николаевич Самусь, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института астрономии РАН;

Боговалов Сергей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор Научно-исследовательского ядерного университета МИФИ; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Физико-технический институт им. Иоффе, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26, в своем положительном отзыве, подготовленном д.ф.-м.н., ведущим научным сотрудником лаборатории прикладной математики и математической физики Шибановым Ю.А. и к.ф.-м.н., и.о. с.н.с. сектора теоретической астрофизики Барсуковым Д.П., утвержденным и.о. директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе д.ф.-м.н. Брунковым П.Н., – заключила, что диссертация лежит в русле актуальных исследований пульсаров и представляет значимый вклад в данную область. По объему и уровню проделанной работы, достоверности и значимости полученных результатов диссертация полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Тимиркеева Мария Андреевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звёздная астрономия».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тематикой исследований, высокой компетентностью, профессиональными должностными обязанностями и наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации по вопросам, близким к тематике диссертационной работы.

Содержание диссертационной работы М.А. Тимиркеевой изложено доступно, корректно и полно. В работах представлены основные положения диссертации. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Во всех работах вклад соискателя является основным или равным вкладу соавторов. Соискатель имеет 6 работ по теме диссертации, опубликованных в рецензируемых научных изданиях. Наиболее значительные работы соискателя по теме диссертации:

1. Малов И.Ф., Тимиркеева М.А. Особенности радиопульсаров с излучением вне радиодиапазона // *Астрономический журнал*. -- 2014. -- том 91, No 9. -- С. 705–712.
2. Малов И.Ф., Тимиркеева М.А. Сравнение параметров радиотихих и радиогромких гамма-пульсаров // *Астрономический журнал*. -- 2015. -- том 92, No 9. -- С. 742–750.
3. Malov I. F., Timirkееva M. A. Radio pulsars with expected gamma radiation and gamma-ray pulsars as pulsating radio emitters // *Research in Astronomy and Astrophysics*. -- 2018. -- Vol. 18, no. 8. -- Pp. 89-1–89-9.

4. Malov I. F., Timirkeeva M. A. On X-ray emission of radio pulsars // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. — 2019. — Vol. 485, no. 4. — Pp. 5319–5328.
5. Timirkeeva M. A., Malov I. F. Radio loud and radio quiet pulsars with hard emission // Astrophysics and Space Science. — 2020. — Vol. 365, no. 12. — Pp. 190-1–190-6.
6. Timirkeeva M., Malov I., Malofeev V., Malov O. Observations of the gamma-ray pulsar J1836+5925 at 111 MHz // Open Astronomy. — 2021. — Vol. 30, no. 1. — Pp. 119–121.

На диссертацию поступили положительные отзывы официальных оппонентов и ведущей организации.

В отзыве **оппонента д.ф.-м.н. Самуся Н.Н.** отмечено, что в диссертации применен комплексный подход к изучению пульсаров, основанный на использовании данных наблюдений на радиотелескопе БСА ФИАН с привлечением спутниковых наблюдений в гамма- и рентгеновском диапазонах, что позволяет лучше понять физику явлений и, тем самым, определяет актуальность работы. Особо отмечен сделанный автором подробный обзор исследований пульсаров и современного состояния этой области, представляющий отдельный интерес для читателей. Подчеркивается, что в работе впервые проанализированы все аспекты соотношений между радиопульсарами, рентгеновскими пульсарами, гамма-пульсарами, составлены каталоги объектов и проработана программа будущих наблюдений, что, безусловно, является достоинством данной работы. Все высказанные замечания носят редакционный и технический характер и касаются опечаток и неточностей в ряде формулировок.

В отзыве **оппонента д.ф.-м.н. Боговалова С.В.** говорится, что существует широкий спектр моделей и представлений о генерации излучения пульсаров в радиодиапазоне, и очень трудно получить ограничения на возможные механизмы радиоизлучения пульсаров. Подчеркивается, что проведенный в диссертации статистический анализ массивов данных о четырех группах пульсаров представляет интерес для определения природы электромагнитного излучения в широком диапазоне частот и является весьма актуальным. Высказан ряд критических замечаний. Так, во введении используются устаревшие теоретические представления о том, что потери вращения пульсаров связаны с магнитодипольным излучением. В Главе 2 сделан необоснованный вывод о бимодальности распределения пульсаров по радиосветимости. В Главе 4 сделано слишком сильное утверждение, что рентгеновское излучение формируется вблизи светового цилиндра на том основании, что есть сильная корреляция между рентгеновской светимостью нетеплового рентгеновского излучения и магнитным полем на световом цилиндре. Автору следовало бы смягчить это утверждение. Результаты

диссертации говорят в пользу гипотезы генерации рентгеновского излучения на световом цилиндре, но не указывают на это однозначно.

В отзыве **ведущей организации ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН** указано, что актуальность представленной диссертации связана с интересом исследователей к комплексным многоволновым исследованиям пульсаров, включающим их одновременное наблюдение в разных диапазонах. Для выбора наиболее перспективных для таких наблюдений объектов необходимо классифицировать имеющиеся пульсары по их наблюдаемым параметрам. Рассматриваемая работа лежит в русле данного направления, что обуславливает ее актуальность. Среди наиболее важных и новых результатов отмечен вывод о том, что пульсары с зарегистрированным жестким излучением обладают более сильными магнитными полями на световом цилиндре и более высокой скоростью потерь энергии вращения. Особо подчеркивается полученная автором заметная корреляция между светимостью пульсаров в рентгеновском и гамма-диапазонах и индукцией магнитного поля на световом цилиндре. Отмечен верхний предел на поток излучения от гамма-пульсара J1836+5925 на частоте 111 МГц, полученный автором с помощью телескопа БСА ФИАН. Сделано заключение, что результаты диссертации являются новыми и представляют научную ценность, поскольку позволяют лучше понять взаимосвязи различных процессов, протекающих на различных высотах в магнитосферах нейтронных звёзд. В отзыве высказан ряд замечаний. Так, многие результаты приведены в диссертации лишь частично, что затрудняет оценку их качества. Во многих формулах не указана размерность входящих в них величин. Не обсуждается возможный эффект наблюдательной селекции данных гамма-обсерватории Ферми. В разделе 3.5 для пульсара J1836+5925 стоило бы привести оценки ожидаемой радиосветимости в диапазонах 111 МГц и 1400 МГц, которые дают приведенные в главах 2 и 3 аппроксимационные формулы, и сравнить эти оценки с полученным наблюдательным верхним пределом. В разделе 1.4 помимо результатов, которые дает применение критерия Колмогорова-Смирнова, стоило бы привести и результаты которые дает применение критерия Андерсона-Дарлинга. В главе 4 не обсуждается как отделялось тепловое рентгеновское излучение пульсаров от нетеплового. Стоило бы дополнительно построить корреляцию светимости рентгеновского излучения и магнитного поля на световом цилиндре отдельно для молодых пульсаров с возрастом менее 100 тыс. лет, так как по современным теориям примерно на этом возрасте проходит граница, разделяющая преимущественные области генерации нетеплового рентгеновского излучения вблизи светового цилиндра для более молодых и вблизи поверхности нейтронной звёзды для более старых пульсаров.

Во всех отзывах отмечается, что перечисленные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на значимость и высокую оценку диссертационной работы Тимиркеевой М.А., а соискатель, безусловно, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук

по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звёздная астрономия». Соискатель представил полные ответы на все высказанные в отзывах замечания.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Проведен сравнительный анализ наблюдаемых и вычисленных параметров четырех групп пульсаров. По результатам анализа **сделан вывод** о том, что пульсары с зарегистрированным жестким излучением обладают более сильными магнитными полями на световом цилиндре и более высокой скоростью потерь энергии вращения, чем обычные радиопульсары.

Составлен каталог радиопульсаров, от которых можно ожидать заметного гамма-излучения, и гамма-пульсаров, как потенциальных источников периодического радиоизлучения.

Полученные результаты позволяют сделать **предположение**, что жесткое излучение генерируется на периферии магнитосферы за счет синхротронного механизма вблизи светового цилиндра.

Получена верхняя оценка плотности потока на частоте 111 МГц для гамма-пульсара J1836+5925.

Диссертационный совет подтверждает, что все перечисленные выше результаты соискателя и выносимые на защиту положения, являются **новыми**.

Значение полученных соискателем результатов исследования состоит в том, что:

- результаты диссертации могут быть использованы при отборе кандидатов для наблюдений на наземных и орбитальных телескопах и интерпретации наблюдений. Это позволит формировать программу будущих наблюдений.

- на достаточно большой выборке пульсаров получено множество аппроксимационных зависимостей для светимостей пульсаров в различных диапазонах как друг от друга, так и от параметров пульсаров. Это позволит наблюдателям легче отбирать кандидатов для поиска и детального исследования излучения в различных диапазонах, а теоретикам даст возможность предсказывать теоретические зависимости светимости и энергии ускоренных частиц от параметров пульсаров.

Оценка **достоверности** результатов исследования:

Представленные результаты получены с использованием проверенных и известных вычислительных и статистических методов анализа данных. Диссертация основана на наблюдениях радиопульсаров, проведенных на радиотелескопе БСА (ПРАО ФИАН), который успешно используется для изучения пульсаров уже не один десяток лет. Также достоверность результатов подтверждается успешной и обширной апробацией на научных конференциях и публикациями в рецензируемых журналах.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке исследовательских задач, выборе методов их решения, анализе

полученных данных, обсуждении результатов и формулировке выводов работы. Вклад диссертанта в опубликованные работы является определяющим либо равным вкладу соавторов.

Диссертация Тимиркеевой М.А. соответствует паспорту специальности 01.03.02 «Астрофизика и звёздная астрономия» в части п.1-2: *«Исследование физических процессов, связанных с генерацией излучения (электромагнитного, нейтринного, гравитационного), распространения и поглощения излучения в космических средах [...] Исследования физических свойств космических объектов (планет, звёзд, галактик и их систем) межпланетной, околозвёздной, межзвёздной и межгалактической среды, базирующиеся на астрономических наблюдениях»* и отрасли физико-математических наук в части практического значения специальности 01.03.02, заключающегося *«в исследовании вещества в экстремальных состояниях (по плотности, температуре, степени намагниченности и другим физическим параметрам), недоступных для экспериментальной физики»*.

На заседании 13 сентября 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Тимиркеевой Марии Андреевне ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 16 докторов наук и 1 кандидат наук по специальности 01.03.02, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за – 16,
против – 0,
недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета, член-корр. РАН

Новиков И.Д.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.ф.-м.н.

Шахворостова Н.Н.

13 сентября 2022 г.