

**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 ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 9 июня 2021 года № 1

О присуждении Ларченковой Татьяне Ивановне, гражданке Российской Федерации,
ученой степени доктора физико-математических наук

Диссертация «Влияние неоднородностей гравитационных полей на наблюдаемые характеристики астрономических объектов» по специальности 01.03.02 «астрофизика и звездная астрономия» принята к защите 15 февраля 2021 г., протокол № 2112, диссертационным советом Д002.023.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук», 119991, Москва, Ленинский проспект, дом 53, ФИАН, приказ № 105/нк от 11.04.2012 г. Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Соискатель Ларченкова Татьяна Ивановна, 15 июля 1970 г. рождения, в 1993 г. окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский инженерно-физический институт (МИФИ), факультет теоретической и экспериментальной физики по специальности инженер-физик. В 1999 г. закончила очную аспирантуру ФИАН. В 2000 г. защитила диссертацию «Пульсары как детекторы невидимых компактных объектов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук в Диссертационном Совете ФИАН Д002.39.01 (диплом КТ №039684). В период подготовки диссертации Ларченкова Т.И. работала в должности старшего научного сотрудника в отделе теоретической астрофизики Астрокосмического центра ФИАН.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, г. Москва.

Официальные оппоненты:

Бисноватый-Коган Геннадий Семенович — доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Института космических исследований РАН (ИКИ РАН), г. Москва;

Долгов Александр Дмитриевич — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией космологии и элементарных частиц ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», г. Новосибирск;

Черепашук Анатолий Михайлович — доктор физико-математических наук, академик РАН, научный руководитель Государственного астрономического Института имени П.К.Штенберга МГУ имени М.В.Ломоносова (ГАИШ МГУ), г. Москва

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт астрономии Российской академии наук (ИНАСАН), г. Москва в своем положительном отзыве, подготовленном заместителем директора ИНАСАН по научной работе, доктором физико-математических наук, профессором РАН Михаилом Евгеньевичем

Сачковым и учёным секретарём ИНАСАН, кандидатом физико-математических наук А.М.Фатеевой, и утверждённом директором ИНАСАН, доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН Дмитрием Валерьевичем Бисикало указала, что диссертация по актуальности, объёму проделанной работы, достоверности и значимости полученных результатов полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия, а ее автор – Ларченкова Татьяна Ивановна – несомненно, заслуживает присуждения искомой степени.

Результаты диссертационной работы Т.И. Ларченковой изложены в восемнадцати научных публикациях, из них десять опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Содержание диссертационной работы изложено максимально доступно, корректно и полно.

В работах представлены все основные положения диссертации. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. В подавляющем большинстве работ соискатель является первым автором, его вклад является основным.

Наиболее значительные работы соискателя по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых изданиях:

- 1) Larchenkova T.I., Lyskova N.S., Petrov L., Lutovinov A.A. Influence of the Galactic Gravitational Field on the Positional Accuracy of Extragalactic Sources. II. Observational Appearances and Detectability // *The Astrophysical Journal*. 2020. V.898, P.51-57
- 2) Демянский М., Дорошкевич А.Г., Ларченкова Т.И. Лес линий Лайман-альфа как индикатор элементов крупномасштабной структуры // *Письма в Астрон. журн.* 2020. Т.46, №6, С.383–394
- 3) Ларченкова Т.И., Ермаш А.А., Дорошкевич А.Г. Перспективы наблюдений гравитационно-линзированных источников космическими обсерваториями субмиллиметрового диапазона // *Письма в Астрон. журн.* 2019. Т.45, С.866-881
- 4) Larchenkova T.I., Lutovinov A.A., Lyskova N.S. Influence of the galactic gravitational field on the accuracy of extragalactic sources // *The Astrophysical Journal*. 2017. V.835 P.51-60
- 5) Ларченкова Т.И., Лыскова Н.С., Лутовинов А.А. Наблюдения линзированных релятивистских струй как способ ограничения параметров галактик-линз // *Письма в Астрон. журн.* 2011. Т.37, №7, С.483-490
- 6) Ларченкова Т.И., Лутовинов А.А., Лыскова Н.С. Моделирование изображений релятивистских струй, линзированных галактиками с разным распределением поверхностной плотности вещества // *Письма в Астрон. журн.* 2011. Т.37, №4, С.258-273
- 7) Ларченкова Т.И., Лутовинов А.А. Могут ли известные миллисекундные пульсары помочь в обнаружении черных дыр промежуточных масс в центрах шаровых звездных скоплениях // *Письма в Астрон. журн.* 2009. Т.35, С.265-271
- 8) Ларченкова Т.И., Лутовинов А.А. О возможности наблюдения эффекта Шапиро для пульсаров в шаровых скоплениях // *Письма в Астрон. журн.* 2007. Т.33. С.513-527
- 9) Ларченкова Т.И., Копейкин С.М. Эффект Шапиро - возможная причина низкочастотных шумов пульсаров в шаровых скоплениях // *Письма в Астрон. журн.* 2006. Т.32. С.20-31
- 10) Larchenkova T.I., Doroshenko O.V. Pulsars as a tool for detection of dark matter in the Galaxy // *Astronomy & Astrophysics*. 1995. V.297. P.607-609

На автореферат поступило 2 положительных отзыва:

- 1) Сулейманова Валерия Фиаловича – доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника кафедры астрономии и космической геодезии Казанского (Приволжского) Государственного Университета, г. Казань, заверенный специалистом по УМР ИФ Казанского (Приволжского) Государственного Университета Куреновой М.К.;
- 2) Лутовинова Александра Анатольевича – доктора физико-математических наук, профессора РАН, заместителя директора по научной работе Института космических исследований РАН (ИКИ РАН), г. Москва.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается темой исследований, высокой компетентностью, профессиональными должностными

обязанностями и наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации по вопросам диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Построены карты неба, показывающие, что локальные флуктуации гравитационного поля Галактики ограничивают точность определения координат внегалактических источников на уровне микросекунд – десятков микросекунд дуги в зависимости от направления на небе. Определены основные статистические и спектральные характеристики гравитационного шума, обусловленного такими флуктуациями.
- Предложена методика проведения эксперимента для регистрации эффекта гравитационного шума, вызываемого неоднородностями гравитационного поля Галактики. Показано, что современные интерферометры могут обнаружить этот эффект на масштабе нескольких лет.
- Определены спектральные характеристики низкочастотного шума хронометрирования миллисекундных пульсаров, вызываемого движением звезд в шаровых скоплениях. Для пульсаров в нескольких шаровых скоплениях рассчитаны вероятность и частота событий релятивистского временного запаздывания моментов прихода импульсов, вызываемых пролетом вблизи луча зрения массивных тел.
- Предложен способ обнаружения массивных темных объектов, в том числе, черных дыр промежуточных масс, по регистрации запаздывания моментов прихода импульсов миллисекундных пульсаров. Для пульсара PSR B0525+21 обнаружена модуляция временного запаздывания моментов прихода импульсов, предположительно связанная с близким к лучу зрения пролетом массивного темного тела.
- Предложен оригинальный метод анализа наблюдаемого леса линий поглощения Лайман-альфа и линий металлов в спектрах квазаров для определения физических параметров поглощающих объектов. Показано, что эти объекты представляют две разные популяции: с параметрами типичных галактик с массой $\sim (10^{11} - 10^{12}) M_s$ и маломассивные темные гало с массой $\sim 10^8 M_s$.
- Показано, что крупномасштабные кольцевые структуры в изображениях активных ядер галактик могут возникать из-за сильного гравитационного линзирования релятивистских струй на галактиках. Предложено использовать угол выхода струи для линзированных изображений на сверхмалых угловых масштабах и скорость движения сгустков струи в качестве дополнительных параметров для независимого определения постоянной Хаббла.
- Для космической обсерватории «Миллиметрон» проведен подсчет ожидаемых сильно линзированных источников, получены их распределения по красным смещениям и коэффициентам усиления. Получена оценка числа гравитационно-линзированных активных ядер галактик, подходящих для определения величины постоянной Хаббла.

Актуальность рассматриваемой в диссертации тематики обусловлена как фундаментальным характером изложенных выше проблем и задач, так и развитием современных технологий и характеристик наблюдательных инструментов, позволяющих проводить высокоточные наблюдения во временной, пространственной и спектральной областях.

Ценность и значимость полученных в диссертации результатов для практики заключается в возможности их использования при анализе данных, полученных как на существующих наблюдательных инструментах, так и при планировании будущих космических и наземных обсерваторий. Уже сегодня при анализе наблюдательных данных для восстановления собственных параметров исследуемых источников становится важным учет значительной части эффектов, рассмотренных в диссертационной работе. Все эти эффекты могут быть использованы для поиска невидимых по разным причинам объектов в широком диапазоне их масс, что является одной из наиболее актуальных космологических задач, так как наблюдаемое вещество составляет лишь несколько процентов от полной массы Вселенной.

Вычисленные в зависимости от направления на небесной сфере значения предела точности абсолютной астрометрии, обусловленного эффектом `дрожания` координат внегалактических источников, а также предложенная методика регистрации этого эффекта, имеют как фундаментальное, так и прикладное значение при использовании Международной небесной системы отсчета ICRF.

Предложенный метод поиска в данных хронометрирования пульсаров характерной модуляции их моментов прихода импульсов может использоваться для обнаружения невидимых компактных объектов Галактики и массивных шаровых звездных скоплений, в том числе черных дыр промежуточных масс. Регистрация с помощью этого метода события с характерной модуляцией МПИ одного из пульсаров в данных долгопериодического мониторинга является подтверждением его практической значимости.

Разработанный метод анализа леса линий поглощения Лайман-альфа в спектрах далеких квазаров позволяет получить оценки физических параметров поглощающих массивных объектов, которые мало изучены в силу проблематичности их непосредственной регистрации. Дальнейшее развитие предложенного метода совместно с численным моделированием позволят получить дополнительную информацию о плохо изученной в настоящее время области мелкомасштабной космологии.

Наблюдения событий сильного гравитационного линзирования как компактных, так и протяженных внегалактических источников, в том числе АЯГ со струйными выбросами, и их последующий анализ, в настоящее время активно используется в наблюдательной космологии и астрофизике в качестве независимого от других методов определения значений космологических параметров и распределения темного вещества. Предложенное в диссертации использование дополнительных параметров, позволяющих снять вырождения в моделях гравитационно-линзированных объектов, способствуют повышению точности определения космологических параметров, в том числе постоянной Хаббла.

Достоверность полученных результатов и выводов обеспечена их публикацией в ведущих рецензируемых отечественных и международных журналах, таких как Письма в астрономический журнал, The Astrophysical Journal, Astronomy & Astrophysics. Достоверность представленных результатов подтверждается апробацией на российских и зарубежных международных конференциях, где присутствовали специалисты в данной области, а также публикациями в рецензируемых журналах.

Все положения, выносимые на защиту, тщательно аргументированы и опубликованы в журналах из списка ВАК.

Личный вклад автора во все результаты диссертации, выносимые на защиту, является определяющим. Диссертантом предложена постановка задач, выполнены теоретические и аналитические расчеты, проведена интерпретация полученных результатов, а также написаны основные тексты статей. Форма ссылок позволяет отличить результаты, полученные диссертантом, от результатов, полученных в соавторстве с другими авторами.

На заседании 9 июня 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Ларченковой Татьяне Ивановне ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 17 докторов наук и 1 кандидат наук по специальности 01.03.02, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

ЗА – 18,
ПРОТИВ – 0,
ВОЗДЕРЖАЛИСЬ – 0.

Председатель заседания,
председатель диссертационного совета
член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.

И.Д. Новиков

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

Н.Н. Шахворостова