

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА

СТЕНОГРАММА
ЗАСЕДАНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 24.1.262.02

15 апреля 2026 года

Защита диссертации

Корюковой Татьяны Андреевны

на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук

по специальности 1.3.1 «Физика космоса, астрономия»

*«Влияние эффектов распространения радиоволн в
межзвездной среде Галактики на наблюдаемые
свойства струй активных ядер галактик»*

Присутствовали члены диссертационного совета:

Лихачев Сергей Федорович, д.ф.-м.н., 1.3.1, техн. науки, заместитель председателя диссертационного совета

Тюльбашев Сергей Анатольевич, д.ф.-м.н., 1.3.1, физ.-мат. науки, заместитель председателя диссертационного совета (*присутствует удалённо*)

Шахворостова Надежда Николаевна, к.ф.-м.н., 1.3.1, техн. науки, учёный секретарь диссертационного совета

Андрианов Андрей Сергеевич, к.ф.-м.н., 1.3.1, техн. науки

Васильев Евгений Олегович, д.ф.-м.н., 1.3.1, физ.-мат. науки

Вибе Дмитрий Зигфридович, д.ф.-м.н., профессор РАН, 1.3.1, физ.-мат. науки

Занин Кирилл Анатольевич, д.т.н., 1.3.1, техн. науки

Каленский Сергей Владимирович, д.ф.-м.н., 1.3.1, техн. науки

Ковалев Юрий Андреевич, д.ф.-м.н., 1.3.1, техн. науки (*присутствует удаленно*)

Малофеев Валерий Михайлович, д.ф.-м.н., 1.3.1, техн. науки (*присутствует удалённо*)

Пилипенко Сергей Владимирович, к.ф.-м.н., 1.3.1., физ.-мат. науки

Попов Михаил Васильевич, д.ф.-м.н., 1.3.1., техн. науки (*присутствует удаленно*)

Пушкарев Александр Борисович, д.ф.-м.н., профессор РАН, 1.3.1, физ.-мат. науки (*присутствует удалённо*)

Слемзин Владимир Алексеевич, д.ф.-м.н., доцент, 1.3.1, физ.-мат. науки (*присутствует удалённо*)

Троицкий Сергей Вадимович, д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН, 1.3.1, физ.-мат. науки

Чашей Игорь Владимирович, д.ф.-м.н., 1.3.1, физ.-мат. науки (*присутствует удалённо*)

Председатель заседания – д.ф.-м.н., зам. председателя диссертационного совета Лихачев С.Ф.

Секретарь заседания – к.ф.-м.н., учёный секретарь диссертационного совета Шахворостова Н.Н.

Заседание проводится с участием членов диссертационного совета в удалённом интерактивном режиме. Распорядительный акт администрации ФИАН о проведении заседания диссертационного совета с участниками в удалённом интерактивном режиме находится в приложении № 2 к стенограмме заседания.

СЕКРЕТАРЬ: Уважаемые коллеги, добрый день! Онлайн тоже вижу, все подключились. Сейчас мы будем начинать заседание, второе заседание диссовета на сегодня. Сегодня 15 апреля, на часах 15:34 по московскому времени. Я просто проинформирую, что ведётся аудиовидеозапись заседания, и поэтому просьба ко всем участникам, кто присутствует удаленно, а именно члены совета и оппоненты, присутствовать с включенными камерами.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Считаю наше заседание диссовета открытым. Сейчас у нас присутствует... сейчас я перечислю членов совета, кто присутствует. Это Лихачев, Тюльбашев, Шахворостова, Андрианов, Васильев, Вибе, Занин, Каленский, Ковалев Юрий Андреевич, Малофеев Валерий Михайлович, Пилипенко, Попов, Пушкарев, Слемзин, Троицкий и Чашей. Итого у нас присутствует 16 человек, из них 9 присутствуют очно, т.е. в зале совета, и 7 человек присутствуют удаленно. И можем начинать наше заседание. Сегодня у нас состоится защита кандидатской диссертации Корюковой Татьяны Андреевны. Название диссертации "Влияние эффектов распространения

радиоволн в межзвездной среде галактики на наблюдательные свойства струй активных ядер галактик". Диссертация, как я уже сказал, кандидатская, специальность 1.3.1 Физика космоса, астрономия, физико-математические науки. Диссертация выполнена в Астрокосмическом центре Физического института имени Лебедева Российской академии наук. В период подготовки диссертации Корюкова Татьяна Андреевна работала в АКЦ ФИАН младшим научным сотрудником. Научным руководителем Татьяны Андреевны является Пушкарев Александр Борисович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник Крымской астрофизической обсерватории. Ведущей организацией является Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. И оппоненты. Сазонов Сергей Юрьевич, доктор физико-математических наук, профессор РАН, заведующий лабораторией экспериментальной астрофизики Института космических исследований РАН г. Москвы. И Зинченко Игорь Иванович, доктор физико-математических наук, заведующий отделом радиоприемной аппаратуры и миллиметровой радиоастрономии Федерального исследовательского центра Института прикладной физики имени Гапонова-Грехова Российской академии наук, г. Нижний Новгород. Я прошу Надежду Николаевну огласить содержание документов.

СЕКРЕТАРЬ: Спасибо. В аттестационном деле Корюковой Татьяны Андреевны имеются все необходимые документы. Диплом о высшем образовании, справка о сдаче кандидатских экзаменов, заключение организации, заявление соискателя. Все отзывы ведущей организации, оппонентов поступили в срок, все они удовлетворяют требованиям Положения о присуждении ученых степеней. Теперь я оглашу краткие выдержки из документов. Соискатель Корюкова Татьяна Андреевна, 1995 года рождения, в 2021 году окончила Московский государственный университет имени М.В.

Ломоносова, физический факультет, по специальности «Фундаментальная астрономия и астрофизика». Татьяна Андреевна обучалась в очной аспирантуре ФИАН в период с октября 2021 года по сентябрь 2025 года по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» (профиль подготовки «Астрофизика и звездная астрономия») и сдала кандидатские экзамены по специальности 1.3.1 «Физика космоса, астрономия». Справка о сдаче кандидатских экзаменов № 13-25 выдана 21 августа 2025 года в Физическом институте им. П.Н. Лебедева Российской академии наук. В настоящее время соискатель работает младшим научным сотрудником в Астрокосмическом центре ФИАН.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Слово предоставляется соискателю для доклада по диссертации. У вас 20 минут плюс 5 минут на вопросы.

ДОКЛАД СОИСКАТЕЛЯ

На экран выводится демонстрация слайдов презентации доклада соискателя. Презентация находится в Приложении № 1 к стенограмме заседания.

Слайд 1.

Всем здравствуйте. Я сегодня представляю основные результаты своей диссертационной работы, которая посвящена исследованию того, как рассеяние радиоволн в межзвездной среде Галактики влияет на наблюдаемые свойства джетов активных ядер галактик. Начну с небольшого введения.

Слайд 2.

Сотни миллиардов звезд галактики погружены в чрезвычайно разреженную и неоднородную межзвездную среду, которая в основном состоит из межзвездного газа: молекулярного, атомарного, ионизованного и пыли. Все компоненты межзвездной среды тесно связаны друг с другом и задействованы в

круговороте материи и энергии между звездами и межзвездной средой, что поддерживает ее неоднородную структуру.

Слайд 3.

О свойствах ионизованного компонента межзвездной среды можно судить по его влиянию на радиоволны. При прохождении радиоволны через межзвездную среду она рассеивается на неоднородностях частично ионизованной плазмы, что вызывает ряд наблюдаемых эффектов, особенно заметных при наблюдениях ярких компактных радиоисточников, таких как пульсары, мазеры и активные ядра галактик.

Слайд 4.

Межзвездное рассеяние было открыто в конце шестидесятых годов по радионаблюдениям мерцаний пульсаров и по сей день эти источники остаются основными зондами межзвездной среды. Однако внегалактические радиоисточники имеют ряд преимуществ, поскольку их излучение пронизывает галактику на всю глубину, что позволяет исследовать свойства как локальных, так и далеких экранов, а равномерное распределение по небу источников позволяет зондировать межзвездную среду во всех направлениях. На сегодняшний день выборка активных ядер галактик, наблюдаемых с помощью метода РСДБ, насчитывает более ста тысяч индивидуальных наблюдений в широком диапазоне частот и более десяти тысяч источников наблюдаемых.

Слайд 5.

Наблюдаемые эффекты рассеяния, имеющие преимущественно дифракционную природу, могут проявляться, например, через угловое уширение размера источника (особенно заметное на низких частотах, как наиболее чувствительных к рассеянию). Так, наблюдаемый размер активного ядра может

быть в десятки и даже сотни раз больше, чем его истинный размер угловой. А рефракционные эффекты могут проявляться, например, через создание вторичных изображений источника. Преломление радиоволн на плазменных линзах в Галактике может создавать ряд ложных изображений источника (до трех, включая истинное изображение источника в случае плазменной линзы с гауссовым профилем плотности свободных электронов). Кроме того, рефракционные эффекты могут проявляться, например, через формирование симметричных модуляций плотности потока на гигагерцовых кривых блеска. Данные события носят название события экстремального рассеяния. Несмотря на то, что рассеяние может существенно усложнять, существенно искажать принимаемое излучение, что существенно усложняет интерпретацию наблюдательных данных и получение корректных физических выводов. Данные, содержащие сведения о рассеянии, представляют ценный источник информации о свойствах межзвездной среды, о ее структуре и динамике. А учет эффектов рассеяния позволяет восстанавливать истинные характеристики источников излучения и увеличивает точность оценок их параметров.

Слайды 6-7.

Первая Глава диссертационной работы посвящена исследованию крупномасштабных свойств рассеяния межзвездной среды Галактики. Исследование основано на анализе архивных РСДБ данных активных ядер галактик, наблюдающихся в широком диапазоне частоты от 1.4 до 86 гигагерц, собранных в базе данных Астрогео. Парсековая морфология активных галактик представляется односторонней структурой типа ядро-джет. При том самый компактный компонент, называемый РСДБ-ядром или видимым началом джета вносит доминирующий вклад в общую плотность потока источника. Для описания структуры источников мы промоделировали их морфологию с

помощью двух круговых гаусс-компонент. Причем РСДБ-ядром обозначался тот компонент, который имел минимальный размер из этих двух, то есть самая компактная компонента. Таким образом, мы надежно измерили угловые размеры около девяти тысяч источников, мы имеем около шестидесяти тысяч индивидуальных наблюдений с девяносто четвертого по двадцать второй год, большинство из которых выполнено на двух, пяти и восьми гигагерц. На данной карте значит красными точками изображены источники, наблюдаемые, которые наблюдались на одновременно на двух и восьми гигагерц. Серыми треугольниками изображены только восьмигигагерцовые наблюдения.

Слайд 8.

На данном слайде представлены карты распределения угловых измеренных угловых размеров источников на нескольких частотах. Значит на данных картах отчетливо виден эффект углового уширения размеров источника в галактической плоскости. Особенно заметен этот эффект на самой низкой из частот - два гигагерц, как наиболее чувствительной к рассеянию. Данный эффект, а то есть... Значит, угловое уширение мы наблюдаем, значит, на самой низкой из частот увеличение средних угловых размеров в галактической плоскости, то есть примерно плюс минус десять градусов по галактической широте. Данный эффект частично наблюдается и на восьми гигагерц, однако видно, что эффект значительно слабее в данном случае. Также стоит отметить, что угловое уширение размеров источников зависит не только от галактической широты, но и от долготы, отражая неравномерность в распределении рассеивающих экранов в галактике.

Слайд 9.

На основе данных одновременных наблюдений на двух и восьми гигагерц для двух с половиной тысяч примерно активных ядер галактик мы рассчитали

степенной показатель частотной зависимости размеров источника. На основе рассчитанных степенных показателей k мы построили сглаженную карту распределения рассеивающих свойств межзвездной среды Галактики, поскольку данный индекс отражает мощность рассеяния в данном направлении. Так ожидается что индекс k будет равен единице в случае, если излучение источника не подверглось значимому рассеянию. Это синие области на карте. И будет равен двойке или около того в случае, когда в наблюдательных данных доминируют эффекты рассеяния. По данной карте можно сделать следующее заключение, что большинство рассеянных источников наблюдается в плоскости Галактики, а большинство нерассеянных источников наблюдается в областях антицентра Галактики и на высоких галактических широтах. Кроме того, явно выделяются области наиболее сильного рассеяния это область Галактического центра и бара галактического, область в направлении созвездия Лебедь и некоторые остатки сверхновых и туманностей.

Слайд 10.

Кроме того, обнаружена пространственная корреляция свойств рассеяния с распределением излучение в линии H-alpha в Галактике. Так, на данном слайде сверху изображена карта распределение индекса k , по частотной зависимости размеров. А снизу цветом изображено распределение излучение в линии H-alpha в Галактике, поверх которого нанесены контуры измеренных угловых размеров на двух гигагерц. Излучение H-alpha в Галактике является прямым индикатором горячей ионизованной плазмы. Считается, что они могут быть рассеивающими экранами для на пути радиоизлучения и здесь мы видим то, что разными способами, по-видимому, мы зондируем одни и те же плазменные образования в Галактике.

Слайд 11.

Как уже было сказано, основная часть рассеянных источников располагается в плоскости Галактики, в области центра Галактики и в области в направлении созвездия Лебедь. Одним из таких источников является квазар 2005+403. Внегалактический радиоисточник на красном смещении 1.7 с координатами 4 и 77 градусов по широте и долготе, соответственно.

Слайды 12-13.

Следующая Глава посвящена исследованию эффектов рассеяния с преобладанием рефракции. В основе второй главы лежат данные восьми VLBA экспериментов, в рамках которых наблюдался квазар 2005+403. Более двадцати лет наблюдений в широком диапазоне частот от 1.4 до 43 гигагерц. Значит, к наблюдательным данным была применена классическая схема обработки РСДБ данных это: первичная калибровка функции видности с помощью пакета программ AIPS, гибридное картографирование в difmap для восстановления распределений яркости по источнику и моделирования структуры источника в программе difmap с помощью индивидуального набора гаусс-компонент.

Слайды 14-15.

На данном слайде представлены VLBA-изображения квазара в полной интенсивности на высоких частотах 43, 23 и 15 гигагерц. На высоких частотах видно, что квазар представляет собой классическую морфологию одностороннего джета с ядром и протяженным выбросом. Однако на низких частотах начинают проявляться эффекты рассеяния, морфология квазара становится весьма нетипичной. В каждой промоделированной структуре источника кроме РСДБ-ядра и компонент выброса, присутствуют дополнительные компоненты, выровненные ориентированные примерно в

позиционном угле 40 градусов. Мы обнаружили, что данные компоненты, как правило, в несколько раз тусклее РСДБ-ядра и имеют похожие угловые размеры на РСДБ-ядро непосредственно. По-видимому, данные дополнительные компоненты в моделях представляют собой вторичные изображения источника, сформированные вследствие анизотропного рассеяния.

Слайд 16.

Угловые размеры РСДБ-ядра были получены в широком диапазоне частот, что позволило нам исследовать частотную зависимость этого размера с учетом отдельного вклада истинной структуры источника и рассеяния. По результатам подгонки мы получили оценку на степенной индекс k показатель частотной зависимости размера он равен двойке с хорошей точностью. Истинный размер источника на одном гигагерце составляет две миллисекунды дуги, а рассеянный семьдесят миллисекунд дуги. Значит, полученный результат согласуется с теоретическим предсказанием для дифракционного рассеяния радиоволн, прошедших через линзу с гауссовым распределением плотности свободных электронов.

Слайд 17.

Вторичные изображения обнаруживаются у источника на частотах от 1.4 до 8 гигагерц, что также нам позволило исследовать частотную зависимость расстояния между РСДБ-ядром и вторичным изображением. Мы подогнули данную зависимость простой частотной зависимостью вот такого вида и получили еще одну оценку показателя k близкого к двойке. Значит данный результат является еще одним независимым указанием на то, что формирование вот этих вторичных изображений происходит именно за счет рассеяния, а не является истинной структурой, истинными компонентами источника. В случае

если бы они были сформированы не из-за рассеяния. Ожидается, что показатель этой степени у частоты был бы порядка нуля.

Слайд 18.

Все вышеупомянутые результаты свидетельствуют в пользу следующих выводов о структуре рассеивающих экранов. Вероятнее всего, что экран имеет плоскую геометрию. Он преимущественно ориентирован перпендикулярно плоскости Галактики и на луче зрения находится несколько рассеивающих экранов. На данном слайде представлена схема формирования четырех вторичных изображений, где краевой эффект создается плоскими перпендикулярными плоскости Галактики линзами с гауссовым профилем плотности. В таком случае возможно формирование до четырех ложных изображений источника. Значит, природа рассеивающих экранов в данном случае до сих пор остается неясной. Однако можно предположить, что плотные ионизованные радиофиламенты, связанные с пульсарами, могут выступать в качестве рассеивающих экранов. Также обсуждается возможность линзирования на фронтах ударных волн от остатков сверхновых. Есть более экзотические теории о возможности рассеяния и формирования таких эффектов на неких плоских, либо вытянутых плазменных структурах, ориентированных вдоль луча зрения преимущественно.

Слайды 19-20.

Для дальнейшего исследования свойств рассеивающих экранов в направлении квазара 2005+403 исследуется уникальный набор архивных данных. Это почти ежедневные наблюдения с 2010 по 2024 год на частотах 5, 8 и 11 гигагерц на радиотелескопе РАТАН-600. Значит, по данным кривым блеска видно, что на всех частотах присутствует определенные долгопериодические модуляции плотности потока с периодом порядка тринадцати лет. Данные модуляции

могут быть связаны с рождением и распространением новых ярких РСДБ компонент джета. Переменность на кривых блеска на масштабах меньше года, несколько месяцев, уже может быть связана с рассеянием.

Слайд 21.

При прохождении рассеивающего экрана поперек луча зрения на источник он преломляет радиоволны под разными углами. Тем самым образуя области фокусировки и дефокусировки лучей на определенном расстоянии друг от друга. Таким образом, на кривых блеска можно наблюдать некие симметричные модуляции плотности потока. Данный эффект был впервые обнаружен в конце восьмидесятых годов и назван эффектами экстремального рассеяния.

Слайд 22.

Мы исследовали кривые блеска РАТАН-600 на предмет признаков рассеяния. Таким образом мы искали отдельные симметричные модуляции плотности потока длительностью несколько месяцев, происходящие одновременно на нескольких частотах и обнаружили три кандидата в события экстремального рассеяния, произошедшие в 11, 15 и 20 году. Значит, данные события по длительности — это примерно четыре месяца происходят на нескольких частотах, и амплитуда вариаций достигает десяти процентов.

Слайд 23.

Для количественного описания свойств плазменных линз, создающих данные вариации плотности потока, мы промоделировали данные события рассеяния с помощью модели стохастического перераспределения потока Фидлера и модели гауссовой линзы Клэгга. Поскольку вариации наблюдаются на нескольких частотах мы промоделировали их совместно на всех частотах наблюдения. Моделирование позволило нам оценить средние физические параметры линз, а

именно угловой и линейный размер линзы, собственное движение линзы, скорость движения линзы в проекции на небо в предположении, что рассеивающий экран находится на расстоянии 1.8 килопарсек. Это среднее расстояние до областей звездообразования в Лебеде, оцененное в следующей работе. Также мы получили оценку на плотность свободных электронов линзы и массу. Кроме того, моделирование позволило нам восстановить истинные характеристики источника излучения, а именно его угловой размер, не подверженный рассеянию. Оценка углового размера на каждой из частот приведена в таблице справа. Данные оценки размера хорошо согласуются с наблюдательными данными.

Слайд 24.

Интересно, что модуляции плотности потока источника в период 2015-16 годов выглядят как целый ряд неких симметричных модуляций плотности потока. Считается, что многокомпонентная структура источника, либо же сложная неоднородная структура рассеивающих экранов на луче зрения может создавать более одного события экстремального рассеяния на кривых блеска радиоисточников. Интересно, что данные события несколько различаются по форме, амплитуде и продолжительности. Что может свидетельствовать в пользу того, что экраны на луче зрения имеют разные свойства и геометрию. Значит, подобная картина, то есть формирование нескольких событий экстремального рассеяния подряд наблюдается впервые.

Слайд 25.

К слову, о многокомпонентной структуре источника. По данным наблюдений в рамках программы MOJAVE 15 гигагерц в структуре источника наблюдается два сравнимых по плотности потока и размеру компонента в начале джета. Моделирование структуры данного источника показало анизотропное рассеяние

двух РСДБ компонент джета. Мы промоделировали эти компоненты с помощью эллиптических гаусс-компонент и обнаружили, что главная ось этих эллипсов ориентирована вдоль линии равной широты так называемой, значит, желтая линия, указана здесь справа на карте, представляют собой линию или как плоскость, параллельную плоскости Галактики. Значит, анизотропное рассеяние двух РСДБ компонент опять же обнаружено впервые.

Слайд 26.

Положения, выносимые на защиту: 1. По данным массовых РСДБ-наблюдений построена первая подробная карта распределения рассеивающих свойств межзвездной среды Галактики по небу. Самое сильное рассеяние обнаружено в направлении области центра Галактики и созвездия Лебедь. Обнаружена значимая пространственная корреляция между участками Галактики, характеризующимися высокой интенсивностью излучения в линии H-alpha, с областями сильного рассеяния. 2. Обнаружены анизотропные морфологические особенности в наблюдаемой структуре квазара 2005+403, вызванные формированием вторичных изображений яркого компактного компонента. Угловой размер РСДБ-ядра, а также угловое расстояние между ядром и его суб-изображениями масштабируются как квадрат длины волны, что доказывает их происхождение вследствие рассеяния, а не внутренних изменений в источнике. По данным РСДБ-наблюдений квазара на частоте 15 ГГц обнаружено анизотропное рассеяние двух РСДБ-компонент выброса одновременно. 3. На кривых блеска, полученных на радиотелескопе РАТАН-600, обнаружены многочастотные модуляции плотности потока, отождествленные с событиями экстремального рассеяния. Получены оценки физических параметров рассеивающих линз: угловой и линейный размеры, собственное движение и соответствующая им поперечная скорость.

Слайды 27-28.

Значит, результаты исследований представлены в виде трех статей в журнале MNRAS, а также апробированы на трех российских и пяти международных конференциях. Спасибо за внимание.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо большое за доклад. Вопросы пожалуйста, члены совета.

С.В. ТРОИЦКИЙ: Можно, пожалуйста?

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Пожалуйста, пожалуйста.

С.В. ТРОИЦКИЙ: Извините, но у меня целых три вопроса получилось. Смотрите, первый вопрос на по слайду 14, если вы его можете вернуть, где у вас эти плоские экраны? Вот я не очень понял синюю картинку вот эту справа. У вас что для того, чтобы объяснить ваше изображение, вы должны ввести какие-то симметричные экраны справа и слева от центрального источника. Вот это, вот где это в плоскости неба как бы у вас? Правая картинка. А почему они такие симметричные, то у вас, так не бывает?

СОИСКАТЕЛЬ: Исключительно схематичное представление, ну, скажем так, максимального количества ложных изображений, которые можно было бы наблюдать, но в самих наблюдениях, вот на левой карте видно, что присутствует три таких суб-изображения. Максимальное число. Значит, экраны могут быть несимметричными в плане, это может быть один экран или второй, они создают просто краевой эффект. В результате которого вот мы наблюдаем эти суб-изображения.

С.В. ТРОИЦКИЙ: То есть, вы просто так их для красоты нарисовали?

СОИСКАТЕЛЬ: Да, это просто схема.

С.В. ТРОИЦКИЙ: Понял, спасибо большое. Теперь вопрос про скорость 70 километров в секунду, там у вас была вот эта скорость. Меня как-то смутила, потому что ведь, наверное же, скорость вращения этой области вокруг центра Галактики больше. Ну, условно, этого самого конгломерата в Лебеде, да? Он примерно на таком расстоянии от центра Галактики, как мы. Да, то есть там 200 должно быть. Если я правильно представляю себе, а у вас получилось 70. Вы не думали, как бы это дело объяснить?

СОИСКАТЕЛЬ: На самом деле, то есть это средняя оценка. И оценка исключительно в предположении вот такого расстояния. Вот 1.8 килопарсек. Плюс — это оценка на скорость, полученная в рамках этих моделей. Плюс здесь еще накладывается очень много эффектов.

С.В. ТРОИЦКИЙ: Ну конечно, в проекции на небо, да может быть, где 70 там и в проекции там может быть и 200. Ага. Спасибо большое. Ну последний вопрос совсем уже немножечко в сторону. Вот эти вещи сейчас являются предметом, вот как к первой главе к карте. Эти вещи сейчас являются предметом довольно большого интереса в, скажем так, астропартикл физики, потому что люди поняли, что ну с исследованием галактических открытий и исследованием галактических нейтрино. Люди поняли, что они не очень хорошо понимают, как Галактика устроена в плане космических лучей, в плане газа и у меня возник такой вопрос, а вот какая-то возможность есть использовать эти данные в ну хотя бы чисто придумать, так сказать, концептуальная возможность использовать эти данные для картографирования распределения вещества галактики, особенно газа. Потому что все карты они обычно на пыли большей части строятся, а вот именно газ. Ну, то есть ввести третье измерение, рассмотреть, быть может, какие-то эффекты рассеяния для

галактических источников на известном расстоянии и так далее. А не только. По всему, по всей Галактике интегрировать как для квазара.

СОИСКАТЕЛЬ: Спасибо за вопрос, очень интересный вопрос. Ну, при использовании тех данных, которые использовали мы вот активные ядра галактик здесь, кроме как значит, контуры и распределение такое сделать никакого вывода больше нельзя, но при совместном использовании, например, наблюдательных данных по пульсарам, по галактическим источникам. Я думаю, что можно дать просто больше ограничений на свойства и распределение в том числе экранов. Это предмет наших дальнейших исследований.

С.В. ТРОИЦКИЙ: Ну это большая работа в дальнейшем, да. Спасибо большое.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, спасибо большое. Еще вопросы, пожалуйста.

И.В. ЧАШЕЙ: Вопрос, а вы получили, что угол рассеяния зависит от частоты по квадратичному закону. Вспомните какой спектр турбулентности соответствует вот этому показателю степени?

СОИСКАТЕЛЬ: Мы предполагаем колмогоровский спектр турбулентности, то есть наши наблюдательные данные свидетельствуют в его пользу.

И.В. ЧАШЕЙ: Ну как, для колмогоровского спектра показатель будет отличаться?

СОИСКАТЕЛЬ: Да, он отличается от двойки, он немножко побольше, 2.2 предсказывается. Но используя исключительно низкочастотные данные, в нашей работе нам получалось восстанавливать именно колмогоровский спектр, но в случаях если в подгонках участвуют и высокочастотные данные, то он несколько уменьшается.

И.В. ЧАШЕЙ: Да, спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Еще вопросы, пожалуйста, пожалуйста.

К.А. ЗАНИН: Татьяна Андреевна, скажите, пожалуйста, как в интерферометрических измерениях у вас учитывается влияние ионосферы Земли, магнитосферы Солнца, ионосферы тоже межпланетной, потому что вот измерения, например, РАТАН 13 лет цикл он коррелирует с циклом солнечной активности. Может быть, это осреднениями какими-то или еще какими-то методами учитывается.

СОИСКАТЕЛЬ: Значит, ионосфера я могу точно сказать, что на этапе обработки и калибровки РСДБ данных есть возможность поправить данные за ионосферу. По части солнечного влияния и рассеяния на солнечной плазме у нас достаточно подробно обсуждается это в диссертационной работе поскольку такая вероятность есть. Причем модуляции, которые могут возникать они будут идентичны тем, которые наблюдаются у нас из-за рассеяния в межзвездной среде. Но мы просто сравнивали периоды возникновения этих модуляций со временем, когда у нас либо максимальная, либо минимальная солнечная элонгация источника. И они не совпадали, потому что если бы этот эффект был, то мы бы увидели четкое совпадение по времени. При минимальном расстоянии от солнца, как правило. Я ответила?

К.А. ЗАНИН: Спасибо. Ответили.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо. Еще вопросы. Пожалуйста.

Е.О. ВАСИЛЬЕВ: Да, можно такой вопрос, вот вы там показывали корреляцию с Н-альфа. На самом деле вот у меня вопрос такой. А не пробовали ли вы что-нибудь другое? Ну, скажем, рентгеновские карты, потому что Н-альфа, но все-таки это не совсем горячий газ, то есть это ионизованный газ, но это не совсем

горячий газ. Вот вопрос в том, что с рентгеновскими данными не пробовали корреляции делать?

СОИСКАТЕЛЬ: С рентгеновскими данными в рамках этой работы точно не сравнивали. Но исследовали также корреляцию наших результатов с моделью NE2001. Это распределение свободных электронов в Галактике. И также исследовали корреляцию с мерой вращения, оцененной по пульсарам.

Е.О. ВАСИЛЬЕВ: Синхротронное тормозное, да вот оно может быть. Больше подходит. Хотя не знаю, вот. А еще такой вопрос. Вот у вас распределение. Все-таки активные ядра они разные. Вот что можно вообще сказать о влиянии родительских галактик, если они там есть, и межгалактической среды. Вот потому, что ну не знаю. Насколько существенный их вклад?

СОИСКАТЕЛЬ: Ну, вклад межгалактического рассеяния точно могу сказать, что не обнаружен. Поскольку мы исследовали зависимость показателей рассеяния в зависимости от красного смещения, например. Не обнаружили каких-то значимых эффектов здесь заметных. А по части влияния родительской галактики чисто в теории возможно, поскольку там тоже есть межзвездная среда. Джеты распространяются под разными углами, точнее, мы их видим под разными углами. Влияние такое возможно, но мы не исследовали этот вопрос пока. Точно сказать не можем ничего такого.

Е.О. ВАСИЛЬЕВ: На будущее. Спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Еще вопросы есть у членов совета? Нет. Тогда слово предоставляется научному руководителю соискателя Пушкареву Александру Борисовичу.

ВЫСТУПЛЕНИЕ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

А.Б. ПУШКАРЕВ (*присутствует удалённо*): Так, меня слышно?

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Да, слышно.

А.Б. ПУШКАРЕВ: Я бы хотел в своем отзыве отметить, что наша совместная работа с Татьяной Андреевной началась с июля 2020 года, когда она была с визитом в Крымской астрофизической обсерватории и проходила курс молодого бойца в РСДБ, а именно практики по обработке радиоинтерферометрических данных, включая калибровку, картографирование и моделирование структуры наблюдаемых источников - активных ядер галактик. Вся дальнейшая научная работа в рамках аспирантуры была сфокусирована на исследовании эффектов рассеяния излучения активных ядер галактик, квазаров в частности, на неоднородностях в межзвездной среде, с использованием очень богатого наблюдательного материала, полученного как в режиме радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами на системе апертурного синтеза VLBA, так и в режиме одиночной антенны на радиокомплексе РАТАН-600. Татьяной Андреевной получен ряд довольно заметных научных результатов, и прежде всего это, первое, карта распределения рассеивающих свойств Галактики, обнаружение мульти-изображений квазаров, сформированных в результате анизотропного рассеяния, и моделирование свойств рассеивающих экранов. Результаты работы Татьяна активно представляла на научных семинарах, как в АКЦ ФИАН, так и в других организациях, а также на конференциях, как отечественных, так и международных. Все три статьи с основными результатами, включенными в диссертацию, опубликованы за ее первым авторством в одном из ведущих международных журналов уровня Q1, который входит в Белый список научных изданий Министерства науки Российской Федерации. Опубликованные статьи на момент написания отзыва собрали 25 цитирований. Вчера посмотрел еще раз, добавилось и составляет теперь 31 цитирование, что говорит о востребованности результатов сообществом. Результаты, вошедшие в

диссертационную работу Корюковой были отмечены Советом по астрономии РАН в 2023 году, премией Скобельцына в ФИАНе в 2024 году и стипендией Президента Российской Федерации в 2024 году. Татьяна также продолжает принимать участие в РФГ гранте по поддержке научных групп. Представляемая к защите работа полностью соответствует требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности Физика космоса, астрономия, по специальности 1.3.1, а Татьяна Андреевна Корюкова заслуживает присвоения искомой степени. Подписано Пушкаревым и подпись Пушкарева заверена ученым секретарем КрАО РАН Баклановым. Я закончил.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо, Александр Борисович! Есть ли вопросы к научному руководителю? Нет вопросов. Тогда я попрошу Надежду Николаевну зачитать заключение организации, где выполнена работа, и отзыв ведущей организации.

СЕКРЕТАРЬ: Спасибо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ГДЕ БЫЛА ВЫПОЛНЕНА РАБОТА

СЕКРЕТАРЬ: *Зачитывает полностью заключение Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук. Заключение положительное, прилагается.*

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

СЕКРЕТАРЬ: *Зачитывает полностью отзыв ведущей организации Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва. Отзыв положительный, прилагается.*

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо большое. Спасибо, Надежда Николаевна. Татьяна Андреевна, Вам предоставляется слово для ответа на замечания в отзыве ведущей организации.

СОИСКАТЕЛЬ: Я могу ответить на все замечания и прокомментировать в конце, после оглашения всех отзывов?

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Да, конечно. Пожалуйста, как вам удобно.

СОИСКАТЕЛЬ: Спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, тогда мы переходим к выступлениям оппонентов. Первый оппонент Сазонов Сергей Юрьевич. Он присутствует удаленно. Сергей Юрьевич, пожалуйста, Вам слово.

ВЫСТУПЛЕНИЕ ПЕРВОГО ОППОНЕНТА САЗОНОВА СЕРГЕЯ ЮРЬЕВИЧА

Официальный оппонент Сазонов С.Ю. присутствует на заседании удаленно. Выступает с отзывом. Отзыв положительный, прилагается.

С.Ю. САЗОНОВ: Коллеги, хорошо ли меня слышно?

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Да, слышно хорошо.

С.Ю. САЗОНОВ: Добрый день. Я извиняюсь, я рад бы был присутствовать, тем более что я работаю в том же здании, где проходит защита. Но я оказался в командировке. Поэтому выступаю удаленно. У меня вопрос к совету. Я должен свой отзыв целиком зачитывать или это не обязательно?

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Нет, не обязательно.

С.Ю. САЗОНОВ: Ну, тогда давайте я тогда коротко пройду по основным моментам своего отзыва. Во-первых, я бы хотел отметить высокую актуальность представленной работы. Она такая двойкая, я бы сказал. Во-первых, мы по-прежнему пока плохо понимаем внутреннее устройство активных ядер галактик, и, в частности, то, как образуются струи релятивистской плазмы вблизи сверхмассивной черной дыры, как они потом идут дальше. И диссертация этому частично посвящена. А во-вторых, конечно, есть большой интерес к тому, как устроена межзвездная плазма нашей Галактики на мелких масштабах. И опять же, РСДБ наблюдения, представленные в этой диссертации, они позволяют нам получить новые знания об этом. Ну и, наверное, я бы еще хотел отметить важный практический аспект, что результаты диссертационной работы в перспективе могут позволить построить более точную инерциальную систему отсчета для земной и космической навигации. Сама диссертация на мой взгляд написана хорошо, читается очень хорошо, и три главы в ней, каждая из них представляет результаты, которые имеют высокую научную значимость. Эти результаты во многом уникальные, все эти три главы хорошо дополняют друг друга. Я бы еще хотел отметить, что во всей этой представленной работе чувствуется такое солидное руководство научного руководителя. Диссертант, конечно, сделала все, очень много проделала работы, обработала данные самостоятельно, но вот под чутким, наверное, руководством научного руководителя. И вот, в частности, один из ярких результатов -- это по квазару 2005, то, что было обнаружено расщепление РСДБ-изображения, ну насколько я понимаю, впервые аналогичный результат, но по другому квазару был в 2013 году, это объявил как раз научный руководитель диссертанта. Возвращаясь к диссертации, все результаты, которые там представлены, они характеризуются существенной новизной. Это, во-первых, получена подробная карта

распределения мощности рассеяния радиоволн в нашей Галактике и выявлена сильная корреляция областей сильного рассеяния с зонами высокой интенсивности излучения межзвездной среды в линии водорода H-альфа. Также впервые обнаружено рефракционное расщепление изображения и ряд событий экстремального рассеяния в кривых блеска квазара 2005. Еще раз хотел бы сказать, что результаты имеют высокую научную значимость, они существенно расширяют наши представления о мелкомасштабной структуре межзвездной среды Галактики, ну и в какой-то степени создают основу для будущих высокоточных наблюдений активных ядер галактик на радиотелескопах нового поколения. Опубликованы они, как уже тут многократно говорилось в трех статьях, где диссертант является первым автором в астрономическом журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Теперь я перейду к замечаниям. Замечаний у меня практически нет, по сути, у меня одно только замечание, и оно имеет скорее рекомендательный характер. А именно: при обсуждении результатов третьей главы, и это немножко еще относится ко второй главе, где рассматриваются свойства рассеивающих плазменных экранов, мне немного не хватило более подробного обсуждения физической интерпретации того, что обнаружено. Дело в том, что экраны, которые нужны для объяснения этих явлений, которые представлены в диссертации, они характеризуются довольно экстремальными физическими характеристиками. В частности, там требуется плотность 1000 электронов на кубический сантиметр, концентрация электронов, при очевидно высокой температуре, порядка 10000 Кельвинов, это означает что там давление на много порядков больше, чем обычно предполагается в межзвездной среде. И второе - что этот экран должен быть ориентирован перпендикулярно, т.е. вдоль луча зрения, и иметь ширину гораздо меньше, чем размер вдоль луча зрения. Как бы из результатов это следует и другую интерпретацию сложно придумать. Уже не в первый раз такое

прозвучало в литературе. Хотелось бы услышать чуть больше обсуждения что это могло быть. Это раз. И второе, так как в диссертации получен достаточно большой объем новых таких вот событий, то хотелось бы услышать чуть больше обсуждения их статистических свойств. Но это скорее пожелания на будущее. Я думаю, что диссертант вместе с научным руководителем и так об этом думают. Ну и заканчивая, я считаю, что рассматриваемая диссертация удовлетворяет всем критериям положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Корюкова Татьяна Андреевна заслуживает присуждения ей искомой ученой степени. Я закончил.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо большое, Сергей Юрьевич. Татьяна Андреевна, Вы потом будете на все замечания отвечать?

СОИСКАТЕЛЬ: Да, потом на все сразу.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Хорошо. Слово предоставляется второму оппоненту Игорю Ивановичу Зинченко. Прошу Вас.

ВЫСТУПЛЕНИЕ ВТОРОГО ОППОНЕНТА ЗИНЧЕНКО ИГОРЯ ИВАНОВИЧА

Официальный оппонент Зинченко И.И. присутствует на заседании удаленно. Выступает с отзывом. Отзыв положительный, прилагается.

И.И. ЗИНЧЕНКО: Добрый день! Я позволю себе опустить описательную часть, она уже неоднократно тут прозвучала. Могу только сказать, что я с интересом и, можно сказать, с удовольствием прочитал эту работу. Она хорошо написана, там все очень четко изложено, последовательно, читается хорошо, приятно. И результаты, как тут уже отмечалось, они в общем будут полезны. Во-первых, они полезны, с одной стороны, для изучения межзвездной среды, с

другой стороны, конечно, они важны для исследования далеких объектов -- радиогалактик, блазаров и тому подобное. То есть тут как бы в разных областях астрофизики они могут найти применение. Ну и практическое применение тоже возможно, как здесь тоже уже отмечалось. Теперь перейду к тому, что у меня вызвало некоторые вопросы и замечания. Первое замечание совпадает в общем-то с одним из тех многочисленных замечаний, которые были в отзыве ведущей организации, а именно -- там была речь о выборе распределения Стьюдента для описания вклада рассеянных источников. Там просто написано, что предположим, что можно взять такое распределение. Вот хотелось бы увидеть, конечно, какое-то обоснование этого выбора. Второе, что у меня вызвало некие вопросы, но это тоже скорее не замечание, а пожелание на будущее, что вот когда обсуждается, и это не прозвучало в докладе, там вот обсуждается распределение спектрального индекса по источникам с рассеянием. И получаются такие экстремальные значения вот этого спектрального индекса, там в больших пределах он меняется. Ну и было бы, на мой взгляд, интересно как-то это дело обсудить немножко подробнее, расширить это обсуждение и возможно промоделировать. Это, наверное, могло бы дать какую-то дополнительную информацию о свойствах рассеивающей среды. Ну далее третий пункт — это в работе есть, но тоже здесь не прозвучало докладе, там есть оценка напряженности магнитного поля 0.06 ± 0.1 Гаусс. Но очевидно, что если вот такая оценка, когда погрешность больше, чем измеренная величина, то это просто может рассматриваться лишь как верхний предел напряженности магнитного поля. Ну и наконец я бы отметил небольшие неточности что ли, ну в общем, огрехи в терминологии. Скажем в русскоязычной литературе все-таки правильно использовать термин концентрация электронов, а не плотность электронов. Ну и кроме того, на всех рисунках штриховые линии называются пунктирными, что тоже не совсем правильно. Ну это вот такие небольшие

замечания. Эти замечания не снижают общий высокой оценки работы. В целом диссертационная работа Татьяны Андреевны Корюковой является законченным научно-исследовательским трудом и удовлетворяет всем требованиям положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатскими диссертациям, а ее автор безусловно заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 - Физика космоса, астрономия. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Все, спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Игорь Иванович, спасибо большое. Слово предоставляется для ответа на замечания Татьяне Андреевне.

СОИСКАТЕЛЬ: Со всеми замечаниями ведущей организации и оппонентов согласна. Подготовила несколько слайдов с ответами на те замечания, которые содержат непосредственно вопрос.

СОИСКАТЕЛЬ: *(Представляет ответы на замечания из отзыва ведущей организации. Демонстрируются слайды с ответами на замечания, см. приложение 1 к стенограмме).*

Замечания ведущей организации. Вопрос номер шесть. Соответственно, ответ: данные под-выборки, для которых сравнивалась переменность углового размера в первой главе диссертационной работы данные под-выборки идентичны по своим свойствам, но различаются направлением луча зрения и численностью. В результате значимого вклада рассеяния в наблюдаемую переменность размера источников не выявлено, что в первую очередь связано с преобладанием внутренней переменности источников в широких временных масштабах.

Девятое замечание: почему не упомянута мера дисперсии? Мера дисперсии действительно напрямую в работе не упомянута, но косвенно присутствует в

анализе. Модель NE2001 - стандартная модель распределения свободных электронов в Галактике, построенная преимущественно по измерениям меры дисперсии пульсаров.

Пятнадцатый вопрос про усреднение данных, которое мы использовали для отброса для фильтрации вылетающих точек. Значит, усреднение применялось исключительно для фильтрации данных. Так на каждой частоте мы отбросили около трех процентов данных. В основном анализе и моделировании кривые блеска использовались без какого-либо усреднения.

Шестнадцатый вопрос. Почему высокоамплитудные модуляции на кривой блеска РАТАН-600 на пяти гигагерц измеренные не наблюдаются на других частотах, кроме этой частоты? Природа вариаций плотности потока на пяти гигагерц пока нам не ясна. Мы продолжаем работать над этим в рамках рассмотрения более сложных систем, состоящих из нескольких рассеивающих линз. Детальный анализ будет представлен в последующих публикациях. В рамках простой модели рассеивающей линзы на луче зрения данные вариации плотности потока объяснить нельзя.

И последний блок комментариев это семнадцатый и восемнадцатый про плоскую геометрию экрана. Почему они следуют нормали плоскости Галактики и какие конкретно пульсары могут быть ответственны за рассеяние в направлении квазара? Значит, наблюдения свидетельствуют в пользу плоской линзы с гауссовым поперечным профилем плотности свободных электронов и ориентацией перпендикулярно плоскости Галактики. В любых других случаях, формирование суб-изображений будет в направлениях, отличных от наблюдаемых, а каустические поверхности на кривых блеска источника будут сильно ассиметричны. Структуры с подобной морфологией обсуждаются, в частности, в работах, связывающих плотные ионизованные радиофиламенты с

пульсарами и их ветрами. Однако в направлении квазара 2005+403 такие объекты к настоящему моменту не обнаружены, поэтому данная связь носит исключительно гипотетический характер.

СОИСКАТЕЛЬ: *(Представляет ответы на замечания оппонента Зинченко И.И. Демонстрируются слайды с ответами на замечания, см. приложение 1 к стенограмме).*

Замечания оппонента Игоря Ивановича Зинченко про распределение Стьюдента и подгонку этим распределением вклада рассеянных источников в наблюдаемый угловой размер. Вопрос по первой главе. Визуальный анализ распределений наблюдаемых угловых размеров активных ядер галактик выявил значимое отклонение от нормального распределения с более высокой вероятностью экстремальных значений. Разумно предположить, что источники, формирующие правый хвост распределения, преимущественно рассеянные. Распределение Стьюдента позволило промоделировать вклад рассеянных источников в наблюдаемые угловые размеры активных ядер. По результатам моделирования была получена оценка индекса рассеяния, которая хорошо согласуется с остальными оценками, полученными с помощью других методов. Второй комментарий про распределение спектрального индекса рассеянных источников. Дополнительные исследования распределений спектрального индекса по источникам с доминированием рассеяния представляют интересную задачу для будущих исследований в этом направлении. Подобный анализ был проведен впервые и уже сейчас он может быть использован для некой экспресс-диагностики наличия рассеяния. Необходимо расширить анализ на другие объекты для более полного понимания того, как рассеяние радиоизлучения в межзвездной среде влияет на оценки спектрального индекса активного ядра.

СОИСКАТЕЛЬ: *(Представляет ответы на замечания оппонента Сазонова С.Ю. Демонстрируются слайды с ответами на замечания, см. приложение 1 к стенограмме).*

И замечания Сергея Юрьевича Сазонова про необходимость более детального обсуждения ограничения на свойства рассеивающих экранов. Для более детального исследования свойств и структуры плазменных линз, создающих наблюдаемые эффекты рассеяния, требуются дополнительные многочастотные наблюдения большего числа источников для зондирования межзвездной среды в разных направлениях. Поскольку как отметил Сергей Юрьевич, на сегодняшний день обсуждаемые в Главе второй и третьей, эффекты наблюдаются сегодня только для двух активных ядер галактик. При объединении результатов, полученных по нескольким источникам, мы планируем получить более надежные статистические ограничения на параметры плазменных экранов. А совместное использование результатов исследований свойств рассеивающих экранов, полученных по данным наблюдений галактических и внегалактических источников, поможет пролить свет на природу и основные свойства плазменных экранов, ответственных за создание наблюдаемых нами эффектов рассеяния. Все, спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо большое! Уважаемые оппоненты удовлетворены ответами?

ОПОНЕНТЫ: Да.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Сейчас мы переходим к общей дискуссии. Пожалуйста, кто хочет выступить, задать вопрос из всех присутствующих. Игорь Владимирович, пожалуйста.

ОБЩАЯ ДИСКУССИЯ

И.В. ЧАШЕЙ: Я начну с того, что мне понравился доклад и еще больше мне понравились четкие и компактные ответы на замечания ведущей организации и оппонентов. Вообще так получилось, что я с этой диссертацией знаком еще на стадии ее принятия к защите. И уже тогда у меня возникло замечание, которое адресовано не столько соискателю, сколько научному руководителю. Там много говорится о межзвездном рассеянии и там существуют ссылки только на зарубежные работы. В теорию межзвездного рассеяния большой вклад внес Владимир Иванович Шишов. Кроме того, в рамках миссии Радиоастрон выполнено огромное количество работ, посвященных межзвездной среде, по исследованию пульсаров. Авторы этих работ -- тот же Шишов, Михаил Попов, Смирнова, и другие сотрудники АКЦ. Я считаю, что это очень некрасиво, когда из стен организации выходит диссертация, в которой игнорируются результаты, полученные в этой организации.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, спасибо, Игорь Владимирович. Так, еще кто-нибудь хочет выступить? Да, пожалуйста.

С.В. ТРОИЦКИЙ: Вы знаете, мне показалось очень интересной диссертация. Хотя очень сложная, ну во всяком случае для моего понимания, учитывая специальность. Я не вижу сомнения в том, что эта работа заслуживает кандидатской степени, и диссертантка заслуживает стать кандидатом наук. Я просто хотел сказать, что, судя по всему, это не единственная активность, так сказать, есть много у диссертантки еще, по-видимому, проектов, часть из которых здесь прозвучали. И я был бы рад узнать, что из этого получится. Ну и последнее замечание, что я сегодня пока сюда ехал, я архив утром читал. Если это не однофамилица... очень интересная работа сегодня вышла. Во всяком

случае Т. Корюкова. Это Вы, нет? Вместе с Плавиным. По определению космологических параметров.

СОИСКАТЕЛЬ: Да, это наша работа.

С.В. ТРОИЦКИЙ: Ну я так и подозревал. Очень интересно и, может быть, даже еще более интересно чем то, что вы рассказываете. Так что я хотел бы пожелать успеха и всем порекомендовать поддержать эту интересную тему.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо большое! Так, еще вопросы, выступления? Да, пожалуйста.

С.А. ТРУШКИН: Уважаемые коллеги, я тот самый один из соавторов одной из работ, по которой сейчас защищается. Во-первых, я, конечно, призываю вас голосовать положительно, потому что работа стоящая во всех отношениях. Я просто хочу, понятно, что это не семинар, но все-таки защитить РАТАНовские данные. В том смысле что нет, конечно, ни о каком влиянии солнечной плазмы здесь не может идти речь, это сантиметры. И там влияние очень мало, источник далеко очень от солнца находится во всех отношениях, и поэтому там не могут быть какие-то эффекты, связанные с этим. Мало того, я посмотрел буквально во время защиты, какая все-таки там есть периодичность крупномасштабная. Там 5200 дней и это приблизительно 14 лет, то есть ни о каком одиннадцатилетнем цикле здесь не может идти речи. Так что спасибо за диссертацию, мне кажется, что Татьяна во всех отношениях заслуживает, так сказать, кандидатский степени.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо большое. Так, еще, пожалуйста.

К.А. ЗАНИН: Я работу поддерживаю, потому что работа актуальная, особенно в плане высокоточных измерений систем координат. Такая проблема существует в ГЛОНАССе, в перспективных системах и в радиолокации при

высокоточных измерениях и построении изображений. И диссертантка очень хорошо на мой вопрос ответила. Поэтому я работу поддерживаю.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо большое! Так, еще вопросы?

А.В. ПЛАВИН: Можно? Меня слышно?

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Пожалуйста.

А.В. ПЛАВИН: Всем здравствуйте! Я -- Александр Плавин, и я хочу сказать не на правах соавтора некоторых работ с Татьяной, а скорее как коллега, который занимается смежными темами. Собственно, я ровно 4 года назад в апреле защищал диссертацию в этом же зале, и очень рад видеть там сейчас Татьяну, это первое, что я хотел сказать. А вообще измерения межзвездной среды таким вот образом через рассеяние внегалактических источников, это ну не самая большая, но очень актуальная и активно растущая тема сейчас. Я просто хотел сказать несколько примеров. То есть, например, она полезна не только для изучения нашей галактики, о чём было сказано достаточно много, а в последние годы очень широко, это важно для изучения таких внегалактических объектов, как быстрые радио всплески, для которых важно понимать, что претерпевает их излучение в нашей Галактике, чтобы правильно учитывать, что там в самом источнике. И для изучения компактных источников, в том числе наблюдения чёрной дыры в центре нашей Галактики в рамках телескопа горизонта событий. Конечно, рассеяние там играет огромную роль, и его нужно лучше понимать. Я сам активно стал заниматься этой областью в последние годы, частично вместе с Татьяной. И на конференциях среди коллег, как на конференциях, так и просто в повседневном общении, я вижу, что результаты Татьяны в мире знают, принимают, ценят. Вне всяких сомнений они интересные, релевантные, и я бы даже сказал уникальные. В частности, самые массовые измерения рассеивающих экранов по небу, глава 1, которая была сегодня представлена,

уже начинает использоваться группами, которые строят детальные модели Млечного пути, вещества в нём. Иногда меня, как соавтора той работы, уже спрашивают, когда ждать дальнейших расширений, обновлений. А что касается квазара из второй главы, который с сильным рассеянием, он оказался очень удачным источником для всё более детального изучения свойств плазмы Галактики в этой области. По следам Татьяниной работы я сам недавно отослал статью по прямому нахождению измерения субструктуры в нём в РСДБ наблюдениях, что в полном согласии с представленными здесь результатами. И я знаю, что Татьяна активно работает в продолжение этих тем, ну и не только этих, но и в том числе тех, которые представлены сегодня, с коллегами как в России, так и за рубежом. И с очень большим интересом и нетерпением жду новых результатов от Татьяны.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо большое! Еще выступления?

А.Б. ПУШКАРЕВ: Я бы хотел сказать пару слов уже не как научный руководитель, а как коллега. В продолжения комментария Сергея Вадимовича насчет проектов, ну действительно каждый из нас, когда долго занимается наукой, обрастает большим количеством проектов. Татьяна прошла этот путь достаточно быстро, фактически в рамках аспирантуры. Она обросла ими в течение этих нескольких лет, так что после защиты кандидатской диссертации ей явно скучать не придется. Насчет критики согласен, учтем на будущее. Спасибо!

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, еще? Нет выступлений больше? Ну тогда мы заканчиваем общую дискуссию и предоставляем заключительное слово Татьяне Андреевне.

СОИСКАТЕЛЬ: Хочу в первую очередь поблагодарить своего научного руководителя Александра Борисовича Пушкарева, за внимательное и мудрое

руководство, за содействие и поддержку на всех этапах подготовки и диссертационной работы. Хочу выразить благодарность соавторам опубликованных статей за сотрудничество и активную совместную работу. Также благодарю ведущую организацию и официальных оппонентов за конструктивную критику, полезные комментарии и рекомендации на будущее. Ну и в заключении, благодарю своих коллег, сотрудников Астрокосмического центра ФИАН, МФТИ, КраО и других институтов за содержательные беседы по теме диссертационной работы, полезные комментарии, которые способствовали продвижению представленных исследований. Спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо большое. Мы переходим к процедуре тайного голосования. Надежда Николаевна, пожалуйста, Вам слово.

СЕКРЕТАРЬ: Спасибо! В соответствии с положением ВАК при проведении заседаний совета в удаленном режиме, так как сейчас у нас это происходит, тайное голосование проводится с использованием информационных технологий, а именно -- в нашей организации мы используем систему Криптовече. Всем членам совета сейчас только что были разосланы индивидуальные ссылки для голосования, по адресам электронной почты, указанным в явочном листе, и с которыми вы соответственно зарегистрированы. В этой системе Криптовече, я так же повторюсь, что нужно зайти в личный кабинет по ссылке, нажать кнопку "зарегистрироваться", после чего у вас будет доступна повестка голосования. Нужно выбрать один из вариантов "за" или "против". Если выберете оба или ни одного, то такой электронный бюллетень будет учтен как недействительный. Пожалуйста, можно воспользоваться компьютером, который здесь стоит в зале заседаний, а можно голосовать со своих электронных устройств.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, всем все понятно, да? Объявляется 15-ти минутный перерыв на процедуру голосования.

ПЕРЕРЫВ НА ТАЙНОЕ ГОЛОСОВАНИЕ

Объявляется перерыв на тайное голосование (15 минут). Во время перерыва все члены диссовета, присутствующие на заседании, голосуют с помощью системы онлайн-голосования “Криптовече”.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Перерыв на голосование окончен. Слово предоставляется Надежде Николаевне для оглашения результатов.

СЕКРЕТАРЬ: Уважаемые коллеги, голосование завершилось успешно. Все 16 членов совета успешно проголосовали. Сейчас я выведу на экран результаты.

(Включается демонстрация экрана).

СЕКРЕТАРЬ: Видно мой экран? Не видно? Так, есть. Вот, результаты голосования. Всего было 16 электронных бюллетеней. Проголосовало 16 членов совета. За - 16 голосов, против - 0, недействительных бюллетеней - 0. Таков итог. Единогласно.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, я предлагаю утвердить результаты голосования открытым голосованием.

(Члены совета голосуют поднятием рук за утверждение результатов тайного голосования).

Кто за? Против? Воздержался? Нету. Единогласно. Спасибо! Так, теперь у нас вопрос по заключению. У меня по заключению неожиданно после Дмитрия Зигфридовича еще одно замечание сейчас возникло. В разделе значение полученных результатов. Здесь указано так -- уточнение высокоточной системы отсчета нового поколения, в том числе в рамках российских проектов

ГЛОНАСС и Сфера. Я позвонил в Роскосмос, со Сферой пока дело темное. Давайте мы оставим ГЛОНАСС, а Сферу вычеркнем, чтобы не было никаких нареканий. А то скажут, что несуществующие проекты.

К.А. ЗАНИН: Я поддерживаю. Она приостановлена.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Я знаю, я позвонил. Еще есть какие-нибудь замечания по заключению? Нет. Тогда давайте голосовать за заключение. Кто за? Против? Воздержались?

(Члены совета голосуют поднятием рук за утверждение заключения диссертационного совета).

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Единогласно принято. Ну что, Татьяна Андреевна, мы Вас поздравляем с успешной защитой. *(Аплодисменты)*. Всех благ и дальнейших успехов! На этом заседание закончено. Спасибо большое членам совета и всем присутствующим.

Председатель заседания,
зам. председателя диссертационного совета,
д.ф.-м.н.

Лихачев С.Ф.

Секретарь заседания, учёный
секретарь диссертационного совета,
к.ф.-м.н.

Шахворостова Н.Н.

15 апреля 2026 г.