

Утверждаю

Директор ИКИ РАН

академик РАН

Л. М. Зеленый

« 17 » октября 2017 года

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Андрианова Андрея Сергеевича:

"Исследование структуры локальной межзвездной плазмы наземно-космическим интерферометром «Радиоастрон»", представленной на соискание учёной степени «кандидата физико-математических наук» по специальности «01.03.02 – астрофизика и звёздная астрономия»

Диссертация Андрея Сергеевича Андрианова посвящена одной из актуальных областей современной астрофизики - исследованию эффектов рассеяния неоднородной межзвездной среды, которая может оказывать существенное влияние на видимость, как галактических, так и внегалактических радио источников. Известные модели среднестатистического распределения неоднородностей в Галактике могут отличаться при исследовании конкретных источников в диапазоне метровых – дециметровых радиоволн. Распределение неоднородностей межзвездной плазмы может быть уточнено по наблюдениям мерцаний компактных радио источников – пульсаров с помощью наземно-космического радиоинтерферометра «Радиоастрон»: измерены угловые размеры и тонкая структура диска рассеяния.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, таблиц и одного приложения.

Во Введении обоснована актуальность темы работы, сформулированы цели и задачи исследований, приведены основные результаты, выносимые на защиту. Охарактеризованы научная новизна, практическая значимость и достоверность результатов работы, личный вклад автора и апробация результатов исследований на научных конференциях.

В Первой главе диссертации рассмотрены технические характеристики интерферометра Радиоастрон и основные результаты наблюдений межзвездных мерцаний пульсаров. Показано, что исследования на одиночном телескопе позволяют определить основные параметры рассеивающей среды, однако для определения субструктуры и пространственного положения неоднородностей необходимо высокое угловое разрешение, которое обеспечивает метод сверхдальней радио интерферометрии и, в частности, Радиоастрон.

Вторая глава посвящена разработке программного обеспечения наблюдений на наземно-космическом интерферометре. Созданный при непосредственном участии диссертанта программный коррелятор - основная составляющая комплекса, оперативно обеспечивает обработку данных наблюдений. Разработанный алгоритм корреляции наземно-космических данных, учитывает неточности орбиты, а в случае пульсаров гейтинг и дедисперсию. Разработаны и внедрены утилиты, позволяющие получать средний профиль пульсара и проводить калибровку частотных характеристик приемников.

PSR B1919+21 и PSR B0525+21 на наземно-космическом интерферометре Радиоастрон. В модельном приближении определены расстояния до рассеивающих экранов и спектры неоднородностей. В направлении пульсаров PSR B0950+08 и PSR B1919+21 выделены крупномасштабные неоднородности – «призмы» и определены углы рефракции. Установлены углы рассеяния в направлении пульсаров PSR B0525+21 и PSR B1919+21.

В Заключении представлены основные результаты работы: разработаны и успешно используются модули программного обеспечения коррелятора Радиоастрона. С помощью наземно-космического интерферометра на длине волны 92 см определено расстояние до экранов рассеяния: в направлении пульсара PSR B0950+08 рассеяние происходит на двух экранах, расстояние до которых составляет 4.4-16.4 пк и 26-170 пк, а пульсара PSR B1919+21 0.14 ± 0.05 пк и 440 пк. В пульсаре PSR B0525+21 экран находится от него на расстоянии 0.16 кпк, длина волны 18 см. Спектры неоднородностей в направлении на рассматриваемые пульсары равны 3.00 ± 0.08 , 3.73 ± 0.05 и 3.74 ± 0.06 соответственно. Установлено, что в направлении пульсаров PSR B0950+08 и PSR B1919+21 расположены крупномасштабные неоднородности - призмы, определяющие рефракцию, равную 1.1–1.4 мсек и 110 ± 30 мсек. Расстояние до призмы в последнем случае равно ≤ 2 пк. Угол рассеяния в направлении пульсара PSR B0525+21 равен 0.028 ± 0.002 мсек длина волны 18 см и пульсара PSR B1919+21 0.7 ± 0.2 мсек на волне 92 см.

Приложение включает таблицу принятых обозначений.

При активном участии автора диссертации А. С Андрианова создано программное обеспечение и успешно работает сложный вычислительный комплекс обработки данных наблюдений проекта Радиоастрон. Проведены наблюдения и обработка данных по программе диссертации. Достоверность и обоснованность результатов, полученных автором, согласуется с общими представлениям о влиянии межзвездной среды на проходящее радиоизлучение.

Результаты диссертационной работы апробированы на научных семинарах и конференциях, в том числе международных. По теме диссертации опубликованы восемь работ, в том числе пять в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Широкая многоплановость диссертации, определяемая сложной комплексной работой, в определенной степени отразилась на представлении и интерпретации конкретных результатов.

Недостаточно полно отражены результаты исследований неоднородных сред, успешно развивавшихся в середине прошлого столетия, в Кембридже Хьюишем, открывшим пульсары, ФИАНе В.Виткевичем, исследовавшим влияние межпланетной среды на видимые размеры Крабовидной туманности и другие. Была установлена квадратичная зависимость рассеяния межзвездной среды $Q_{sc} = 10^{-6} \lambda^2 |\sin b|^{-0.5}$, уширение импульсов пульсаров, пропорциональное четвертой степени от длины волны.

Не получили должной интерпретации результаты исследований пульсара PSR B0525+21, расположенного рядом с Крабовидной туманностью. Показано, что рассеяние происходит на слое плазмы, близком к пульсару, равном $0.1Z$, где $Z = 1.6$ кпк. Определен угол рассеяния пульсара на волне 18 см, равный $Q_{sc} = 0.028 \pm 0.002$ мсек, что существенно выделяется как по величине, так и точности определения. Целесообразно было бы сравнить с данными рассеяния близкого пульсара в Крабовидной туманности. Целесообразно было оценить вытянутость кружка рассеяния, которая должна возникать в результате сканирования лучом пульсара.

В диссертации на рис. 3.21 приведены амплитуды импульсов этого пульсара PSR B0525+21, полученные на базе Аресибо-Грин Бэнк. Целесообразно было бы показать

профиль хотя бы одного импульса с одиночной антенны и отклик интерферометра. Оценить уширение импульса и его тонкую структуру на длинах волн 18 и 92 см.

«На наземно-космическом интерферометре Радиоастрон были проведены успешные РСДБ наблюдения пульсаров PSR B0950+08, PSR1919+21 и PSR B0525+21 на длинах волн 92 см и 18 см. Было достигнуто наилучшее угловое разрешение в метровом и дециметровом диапазонах длин волн». Весьма убедительно было бы привести тонкую структуру кружка рассеяния - отклик интерферометра. Целесообразно также учесть чувствительность и точность калибровки данных наблюдений.

В ряде случаев в подписях к рисункам отсутствуют название пульсара, частоты, угловое разрешение, время наблюдений.

Подпись к Рисунку 3.11: «Динамический спектр пульсара PSR B1919+21 на наземной базе GB-WB на частоте 324 МГц. *Неопубликованный материал*». Это - разрешение на защиту по неопубликованным данным? Или «Совместный результат диссертанта и соавторов из работы [A4]», Это – согласие соавторов на использование диссертантом материалов для защиты?

Однако последние замечания скорее относятся не к диссертанту, а к научному руководителю и Ученому секретарю Совета.

Вышеуказанные замечания не снижают роль исследований, представленных в диссертации А.С.Андреянова, говорят об их значимости и необходимости дальнейшего развития.

Представленная работа "Исследование структуры локальной межзвездной плазмы наземно-космическим интерферометром «Радиоастрон»", соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звёздная астрономия», а ее автор Андрей Сергеевич Андриянов заслуживает присуждения ему данной степени.

Результаты работы - важны и могут быть использованы в Астрокосмическом центре ФИАН, Лаборатории радиоастрономии Пушино, ГАИШ, ИКИ, Специальной астрофизической обсерватории и др.

Отзыв составил

Главный научный сотрудник ИКИ РАН,
профессор, доктор физ.-мат- наук _____ Л. И. Матвеенко
Москва 117997, Профсоюзная 84/32.
тел. 8-495-3331011, imatveenko@gmail.com

Подпись Л. И. Матвеенко удостоверяю,
Ученый секретарь ИКИ РАН,
доктор физ-мат наук _____ А. В. Захаров
«17» октября 2017 г.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании НТС отдела 64 ИКИ РАН
протокол № 7 от 25 сентября 2017 г.