

Отзыв

официального оппонента кандидата физико-математических наук
А.С.Позаненко на диссертационную работу Федоровой Виктории
Александровны ОБНАРУЖЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СПОРАДИЧЕСКИХ
ВСПЛЕСКОВ НА РАДИОТЕЛЕСКОПЕ БСА ФИАН на соискание учёной
степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1
«Физика космоса, астрономия»

Диссертация написана на актуальную тему исследования быстрых радиовсплесков (FRB). Быстрые радиовсплески - это транзиентные источники короткого импульсного излучения впервые открытые в радиодиапазоне в 2007 г. К настоящему времени удалось определить, что они бывают двух типов – повторяющиеся (репитеры) и не повторяющиеся, которые составляют подавляющее большинство зарегистрированных до сих пор радиовсплесков. Кроме того, удалось выяснить, и то, что они, по большей части, имеют внегалактическую природу.

В настоящее время продолжается набор наблюдательных данных для выяснения природы этого феномена. С другой стороны, расширяется частотный диапазон обнаружений в радио-диапазоне и начинаются многоволновые исследования быстрых радиовсплесков, например, в радио- и гамма-диапазонах. Все вышеперечисленное присутствует в диссертационной работе соискателя и все это крайне необходимо как для выяснения возможных источников FRB, так и определения механизма излучения FRB. Именно этим определяется актуальность диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Введение содержит описание современного состояния исследований FRB, краткого описания известных параметров и истории исследований импульсных сигналов на БСА ФИАН. Первая глава посвящена математическому моделированию и методике обработки данных, получаемых на БСА ПРАО. Во второй главе описывается поиск быстрых радиовсплесков на частоте 111 МГц с помощью разработанной методики. Получен следующий результат, а именно, за весь период поиска быстрых радиовсплесков на радиотелескопе БСА ФИАН было обнаружено 62 новых быстрых радиовсплеска, один из которых повторяющийся. Приведена оценка

вероятности случайного выстраивания шумов в динамический спектр, аналогичный динамическому спектру быстрых радиовсплесков. Глава три посвящена сравнительному анализу быстрых радиовсплесков, обнаруженных на частоте 111 (на БСА ФИАН) и 1400 МГц (CHIME). Сравнения показывают схожесть распределений мер дисперсии и распределения $\text{Log}(N) - \text{Log}(F)$. В главе четыре приводятся результаты поиска импульсов от галактического магнетара SGR 1935+2154.

Отмечу важные, по моему мнению, результаты диссертационной работы, в том числе выносимые на защиту.

Обнаружение 62 новых быстрых радиовсплесков и создание **общедоступного** каталога кандидатов в FRB на основе архивных данных БСА ПРАО на частоте 110 МГц. Статистические исследования обнаруженных кандидатов и сравнение с аналогичными обзора CHIME. Определение спектрального индекса FRB между частотами 1.4 ГГц и 110 МГц. Поиск и обнаружение кандидата в радиовсплеск от SGR 1935+2154 в период его активности в гамма-диапазоне в сентябре 2020.

Однако есть вопросы и замечания к автору.

Следующие замечания и вопросы к автору диссертационной работы являются основными.

А.1 Для подсчета финальной частоты ложного выбора флуктуационного события (False Alarm Rate) в качестве кандидата в реальное событие, например, связанное с FRB, при поиске, как с использованием различного «временного окна», т.е. на различных временных масштабах, так и на длительном масштабе временного интервала, необходимо учитывать количество независимых испытаний, выполненных при поиске. Другими словами, для определения False Alarm Rate вероятность (отвергнуть гипотезу об отсутствии кандидата), необходимо помножить на количество независимых испытаний выполненных при поиске. Эта величина используется при исследовании временных рядов для поиска транзиентных событий, например, при поиске гравитационно-волновых событий LIGO/Virgo/KAGRA, космических гамма-всплесков, и является объективным показателем статистической значимости каждого найденного кандидата. Каталог FRB БСА 110 МГц было бы желательно дополнить значением False Alarm Rate. Можно ли из данных приведенных в диссертации найти аналог величине FAR и чему она оказывается равна?

А.2 Для определения отношения Сигнала к Шуму необходимо использовать выборочную (эмпирическую) дисперсию сигнала. В работе это явно не прослеживается. Если это сделано, то явного указания на это я не нашел.

Другие замечания

Введение, стр.6

Так как затронута историческая часть возможности поиска FRB на БСА, то стоит упомянуть, что идея поиска FRB была предложена Рустаму Давудовичу Дагкесаманскому автором рецензии и обсуждалась с ним, в результате чего, в 2015 был проведен пробный поиск FRB на БСА и результаты были доложены на конференции “Астрофизика высоких энергий сегодня и завтра – 2015” ссылки на программу и абстракт – ниже.

<http://193.232.11.12/hea2015/programm.html>

<http://193.232.11.12/hea2015/book.pdf> , стр. 18,

Поиск быстрых радиовсплесков в данных круглосуточного обзора на 110 МГц (БСА ФИАН) //А.С.Позаненко, В.А.Самодуров

Введение, список цитируемой литературы

В обзоре не проведен обзор других методик, использованных сотрудниками ПРАО при поиске быстрых импульсных транзиентов на БСА и результаты использования этих методик. Например,

Samodurov, V.A., Tyul'bashev, S.A., Toropov, M.O. et al. Detection Statistics of Pulse Signals at Declinations from $+42^\circ$ to $+52^\circ$ at the Frequency 111 MHz. Astronomy Reports, 66, 341–347 (2022).
<https://doi.org/10.1134/S1063772922040059>

Brylyakova, E. A. ;Tyul'bashev, S. A. On the Problems of Detecting Fast Radio Bursts with the LPA LPI. Astronomy Reports, Volume 67, Issue 2, p.163-171, (2023). <https://doi.org/10.1134/S106377292302004X>

и более ранних публикаций.

Глава 1.1 стр. 29

При свертке с шаблоном, видимо, все же происходит не усиление, а увеличение значимости найденного сигнала?

Глава 1.2 стр. 31

Метод выделения импульсного диспергированного сигнала не является количественным, так как «обработка сводилась к визуальному анализу...» Это не позволяет проверить результат независимым экспертам.

Глава 2.2 стр. 36

«...с января по июнь 2018 было обработано 50 тыс. часов...» но в 6 месяцах есть только 4 320 часов наблюдения? Очевидно, в тексте не приведено определение количества часов при обработке сигнала, связанного количеством лучей БСА по склонению?

Глава 2.2.1 стр. 39

Найдено «3 кандидата в быстрые радиовсплески с мерами дисперсии 247, 570, 1767...» Но ведь только один из них может рассматриваться как кандидат в известный репитер FRB121102, т.к. для него известна мера дисперсии – около 560.

Глава 2.2.2 стр. 43

Вывод для поиска FRB от галактики M33. Все же вывод должен быть более «мягким», а именно, что кандидаты, предположительно, являются повторяющимся источником FRB. Необходимыми, но недостаточными условиями являются совпадение области локализации и совпадение меры дисперсия источников в пределах соответствующих ошибок.

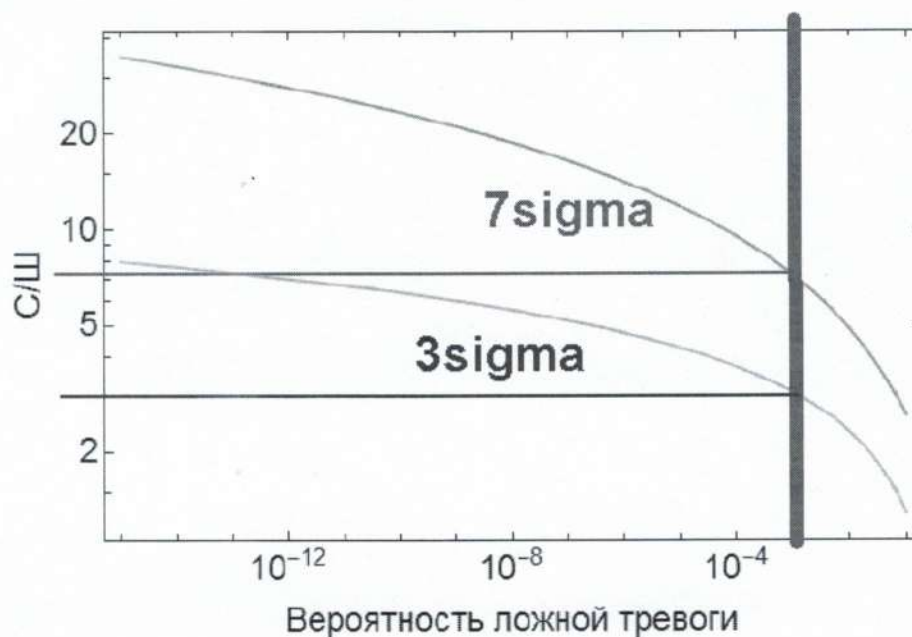
Глава 2.2.2, стр. 54

«Описывается распределением Лапласа». Можно верить на слово, но было бы полезным привести эмпирическое распределение после вычитания

«фона» и кривую, аппроксимирующую это распределение. Также было бы полезным понять или выдвинуть гипотезу, почему в наблюдениях получается именно распределение Лапласа, не характерное для наблюдательной астрономии.

В поддержку достоверности и значимости полученных результатов и в качестве советов для статистического подтверждения FRB в полученной выборке кандидатов приведу следующее.

1. Значимость (например, на уровне 10^{-3}) принятия ложного решения, как видно из рисунка 2.12 диссертации (копия рисунка из диссертации с разметкой автора отзыва, приведена ниже), для актуального для БСА распределения Лапласа (верхняя тонкая кривая) соответствует отношению $S/N \sim 7$. Таким образом, при пороговом обнаружении импульса необходимо было бы ограничиться отношением $S/N \sim 7$ для детектирования импульсного сигнала в одном частотном диапазоне. Однако в этом случае большинство кандидатов не были бы найдены! Поэтому метод визуального обнаружения источника на динамических спектрах (точнее на свертке шаблонного профиля с оригинальными данными в нескольких каналах), действительно позволяет находить подпороговые импульсные источники.



2. Статистическое (а не визуальное) сравнение распределения $\text{Log}(N)$ $-\text{Log}(F)$ и распределения меры дисперсии выборки кандидатов, полученной

на БСА 110 МГц и аналогичных результатов, полученных для кандидатов FRB обнаруженных на телескопе CHIME 1.4 ГГц, могло бы увеличить степень уверенности в том, что кандидаты БСА 110 МГц являются быстрыми радиовсплесками.

Указанные замечания ни в коей мере не снижают научной значимости результатов диссертационной работы. Научные положения диссертации обоснованы и их новизна и достоверность не вызывают сомнений. Результаты, выносимые на защиту, своевременно опубликованы. Результаты и методы, описанные в диссертационной работе, представляют несомненный интерес для астрофизики. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в ГАИШ МГУ, ИНАСАН, МИФИ, МФТИ, ФИАН, ИКИ РАН и других. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, представляет собой законченную научно-квалификационную работу и удовлетворяет всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, **Федорова Виктория Александровна**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 «Физика космоса, астрономия».

Дата 11.10.2023

в.н.с. отдел 64,
к.ф.-м.н.



/А.С. Позаненко

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук,
117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 84/32
+7-495-333-52-12, apozenen@iki.rssi.ru

Подпись (Позаненко А.С.) удостоверяю,

Ученый секретарь ИКИ РАН, к.ф.-м.н.



/А.М. Садовский