

Утверждаю

Директор Федерального государственного бюджетного
учреждения науки «Крымская астрофизическая
обсерватория РАН» (КраО РАН)



к.ф.-м.н. Ростопчина-Шаховская А.Н.

25 декабря 2023 г.

О Т З Ы В

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Крымская астрофизическая обсерватория РАН»
на диссертацию

Кудрявцевой Анастасии Витальевны

«Исследование нестационарных явлений в спокойной и возмущенной солнечной атмосфере», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 – физика космоса, астрономия

Актуальность темы

Солнце – это ближайшая к нам звезда, которая определяет космическую погоду и оказывает существенное влияние на биосферу и техносферу Земли. Вследствие этого изучение Солнца имеет не только большое фундаментальное, но и прикладное значение. Помимо солнечной активности, связанной со вспышками и корональными выбросами массы, важную роль играют и явления в спокойной короне. Сюда можно отнести процессы формирования потоков солнечного ветра. Давно стало понятным, что механизм Паркера достаточно плохо согласуется с данными наблюдений. Лишь сравнительно недавно благодаря космическим наблюдениям было установлено, что солнечный ветер тесно связан с тонкой структурой магнитного поля короны, и важную роль при этом могут играть джеты - более яркие на фоне окружающей плазмы плотные и узкие струи вещества.

Однако определяющее влияние на межпланетную среду и магнитосферу Земли все же оказывают солнечные вспышки, обычно сопровождаемые корональными выбросами плазмы. Между тем до сих пор нет ясного понимания, каким образом происходит преобразование магнитной энергии в тепловую, а также энергию ускоренных заряженных

частиц и крупномасштабных движений плазмы. Выяснить механизм этой трансформации можно только посредством многоволновых наблюдений на телескопах космического и наземного базирования, позволяющие проводить наблюдения в рентгеновском, ультрафиолетовом и радиодиапазоне. При этом чрезвычайно полезными могут оказаться исследования квазипериодических пульсаций вспышечного излучения, поскольку их анализ позволяет получить важную информацию о магнитном поле и параметрах корональной плазмы.

С учетом вышесказанного, актуальность диссертационной работы Кудрявцевой Анастасии Витальевны, посвященной исследованию нестационарных явлений в спокойной и возмущенной солнечной короне, сомнений не вызывает.

Научная новизна и значимость работы

Отметим результаты, которые были получены диссертантом впервые.

1. Впервые с 2009 по 2014 гг. выявлена северно-южная асимметрия джетов в полярных областях солнечной короны на расстояниях от 4 до 16 солнечных радиусов, исходя из наблюдений в белом свете и крайнем ультрафиолетовом излучении, полученных на космических аппаратах STEREO, SDO и SOHO.
2. Впервые проведен анализ местоположения радиисточника над нейтральной линией магнитного поля по данным наблюдений Сибирского радиогелиографа-48 на частотах 4-8 ГГц, что существенно дополняет и развивает наши представления о природе этого интересного явления, изучение которого до недавнего времени в значительной мере зиждилось на результатах наблюдений на РАТАН-600.
3. На основе многоволновых наблюдений, в том числе оригинальных, впервые установлена связь между петельными ультрафиолетовыми структурами разной высоты, позволяющая объяснить общую природу наблюдаемых квазипериодических пульсаций в микроволновом и дециметровом диапазонах длин волн.

Научная и практическая значимость работы определяется дальнейшим развитием представлений о формировании солнечного ветра, методах прогноза солнечной активности и возможностью совершенствования методов диагностики магнитного поля и параметров плазмы во вспышечных корональных арках. Результаты диссертации рекомендуется использовать в ИСЗФ СО РАН, ИЗМИРАН, ГАО РАН, ГАИШ МГУ, КрАО РАН и во многих других отечественных и зарубежных астрономических организациях.

Достоверность полученных результатов подтверждена их признанием при обсуждении на семинарах и всероссийских конференциях, согласованностью с наблюдательными данными других авторов, публикациями в рецензируемых журналах.

Личный вклад автора

Постановка задач и интерпретация полученных результатов проводилась совместно с соавторами. Особо следует отметить личный вклад автора, связанный с выборкой и обработкой данных наземных и космических телескопов. Автор принимал равное участие в подготовке публикаций и представлял устные и стендовые доклады на международных и всероссийских конференциях.

Замечания по диссертационной работе

Среди замечаний хотелось бы отметить следующие.

1. Несколько спорным выглядит утверждение автора, что “помимо солнечного ветра, на космическую погоду оказывают влияние солнечные вспышки – наиболее сильные и сложные явления в солнечной атмосфере наряду с КВМ”. Во-первых, корональные выбросы массы можно отнести к быстрому спорадическому солнечному ветру. Во-вторых, наиболее мощные выбросы, как правило, сопровождаются солнечными вспышками.
2. При перечислении причин, ответственных за наблюдаемые особенности квазипериодических пульсаций излучения, почему-то осталась без внимания одна из наиболее существенных, а именно, нелинейность (стр.7).
3. На стр. 26 довольно странным образом определен показатель асимметрии. Неясно, из каких соображений сумма числа событий в разных полушариях находится под знаком квадратного корня.
4. Недостаточно убедительным представляется вывод о том, что авторам удалось определить по данным о мере эмиссии в пределах корональной дыры область с наименьшей плотностью вещества. Согласно результатам работы Henimann et al. (2021, Solar Phys., 296, 18), полученным по данным AIA/SDO, корональные дыры являются достаточно однородными образованиями. В частности, плотность плазмы от края к центру меняется не более чем на 30-40%.
5. Несколько неожиданным выглядит также утверждение о том, что HMI/SDO имеет предельную величину в 5000 Гс (стр.53), так как данный инструмент уже при напряженностях > 2500 Гс может приводить к серьезным погрешностям в измерениях магнитного поля.

6. Весьма странным выглядит перечень (стр. 61), включающий в один ряд изгибную и быструю магнитозвуковую моду, поскольку изгибные волны – это частный случай быстрых магнитозвуковых мод.
7. Сценарий, предложенный автором для объяснения разных периодов квазипериодических пульсаций в дециметровом и микроволновом диапазоне, предполагает, что основная гармоника должна себя проявлять и на микроволнах. Было бы желательно обсудить этот вопрос более обстоятельно.

Вместе с тем отмеченные выше замечания ни в какой мере не умаляют значимость полученных автором результатов, а наиболее существенные из них могут быть им учтены в дальнейших публикациях. Характеризуя диссертацию в целом, следует отметить ясное и последовательное изложение представляемого материала, несмотря на широкий охват самых разных проблем. Автор приобрел бесценный опыт по обработке наблюдений, получаемых на современных инструментах космического и наземного базирования, что является важным условием продуктивной работы для исследователя высокого уровня.

Заключение

По теме диссертации опубликовано 8 работ, в том числе 3 статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертации, 1 статья - в рецензируемом журнале и 4 работы - в материалах конференций. Опубликованные труды в полной мере отражают содержание диссертации. Результаты, полученные диссертантом, представляют интерес для дальнейшего развития теории динамо, солнечного ветра, краткосрочного прогноза солнечных вспышек, диагностики магнитных полей и параметров плазмы в области вспышечного энерговыделения. Работа выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Автор привлек большой объем данных, полученных на космических и наземных телескопах в широком диапазоне длин волн, начиная с рентгеновского диапазона и заканчивая дециметровыми волнами. Материал диссертации изложен грамотно и последовательно, и может представлять интерес и для начинающих исследователей. По каждой главе имеются выводы. Автореферат, в котором представлены основные этапы и результаты исследования, соответствует содержанию работы.

Диссертация представляет собой законченный научно-исследовательский труд, выполненный на актуальную тему. Она полностью соответствует «Положению о порядке присуждения ученых степеней» (пункты 9-14). Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Кудрявцева

Анастасия Витальевна, заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 – физика космоса, астрономия.

Отзыв составил доктор физ.-мат. наук (диссертация защищена по специальности 01.03.02 – астрофизика и радиоастрономия) ведущий научный сотрудник Отдела физики Солнца и Солнечной системы Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Крымская астрофизическая обсерватория РАН» Цап Юрий Теодорович. Отзыв обсужден и одобрен на объединенном семинаре КрАО РАН 21 декабря 2023 г.

Доктор физико-математических наук



Цап Ю.Т.

Телефон: +79780204196

E-mail: yur_crao@mail.ru

Информация об организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Крымская астрофизическая обсерватория РАН» (КрАО РАН)
пгт Научный

Бахчисарайский р-н.

Республика Крым, 298409

Телефон: +7-(36554)-71161

E-mail: crao@inbox.ru

Веб-сайт: <https://crao.ru>