

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу  
Мячина Даниила Юрьевича «Структура и развитие внепятенных  
солнечных вспышек», представленную на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.03.03 – «Физика Солнца».

Диссертационная работа Д.Ю. Мячина посвящена исследованию солнечных вспышек, возникающих в спокойных областях атмосферы Солнца вдали от солнечных пятен.

Начало изучения солнечных вспышек Р. Ричардсоном в областях, где «не наблюдались группы солнечных пятен», датировано 1944 г., когда было установлено, что такие вспышки действительно происходят. А последующие исследования других авторов подтвердили существование этих вспышек и определили их небольшое процентное соотношение от общего числа. В дальнейшем рассматривались различные морфологические и динамические характеристики отдельных вспышек вне активных областей. Однако, на снимках космической лаборатории Skylab и обсерватории SOHO, полученных соответственно в рентгеновском и ультрафиолетовом диапазонах показана площадь солнечного диска, вся покрытая яркими точками-вспышками. Солнце оказалось непредвиденно активно в 1996 году, то есть в период минимума пятенного цикла. Данные космических наблюдений внесли некоторое противоречие с наземными исследованиями в оптическом диапазоне.

К настоящему времени вспышки, возникающие в спокойных областях хромосферы Солнца вдали от солнечных пятен, почти не изучены. Они требуют комплексного, детального анализа и системного подхода. И в этой связи диссертация Д.Ю. Мячина, посвященная изучению таких вспышек, является актуальной работой. Она отражает новое развитие в исследовании солнечной активности. Ее **научная значимость** важна, как для понимания

природы и механизма вспышек в целом, так и для теории, которая достаточно полно объясняла бы процесс вспышкообразования, не только в локальном, но и в глобальном аспекте, т. е. весь диапазон вспышечных энергий: и в активных областях, и внепятенных. **Практическая значимость** диссертации обусловлена в первую очередь тем, что со вспышками связаны многие явления в атмосфере и магнитосфере Земли. А в связи с освоением космического пространства и появлением национальных программ «Космическая погода», особенно значимым стал вопрос не только исследования, но и прогнозирования солнечных вспышек. И прогностический результат, полученный Мячиным Д.Ю., и пакет программ, разработанный автором для обработки наблюдений, и база данных всех вспышек, которые он наблюдал, несомненно, получают практическое применение в дальнейших исследованиях.

В качестве **новых научных результатов** диссертантом:

- установлено, что, внепятенные вспышки имеют тонкую структуру;
- на основе детального анализа вспышек и магнитного поля, показана тесная связь элементов тонкой структуры внепятенных вспышек с границами хромосферной и магнитной сеток, с холмами магнитного поля с высокими значениями напряженности поля (выше 80 Гс);
- обнаружена корреляционная связь тонкоструктурных узлов хромосферы между собой в процессе эволюции внепятенных вспышек;
- установлено, что развитие вспышек идет в направлении от одного магнитного холма к другому и вдоль арочных структур в виде туннеля.
- впервые зарегистрирован вспышечный хромосферный стример, определена его скорость распространения вдоль ЛРП.

**В диссертации:**

- Автором на языке IDL разработан пакет программ для обработки наблюдательных данных, который дал возможность в деталях изучить

предвспышечные изменения в «спокойной» хромосфере, особенности структуры и развития внепятенных вспышек.

- В результате были обнаружены не известные ранее (и редко встречающиеся в активных областях) вихревые структуры S-типа, темные ленточные каналы, вспышечный стример, «туннельный» эффект в развитии эмиссии вспышки.
- Выполнен детальный анализ событий, происходящих перед внепятенными вспышками, позволивший выделить два периода в предвспышечной фазе. Первый начинается за 3–5 дней и характеризуется формированием новой ЛРП и крупномасштабными возмущениями хромосферы на площади превышающей средний размер активной области. Второй предвспышечный период проявляется за 1 час до начала вспышки, и он связан с выбросом хромосферных волокон и активизацией тонкой структуры хромосферы.
- Обнаружено, что во время внепятенных вспышек в магнитных холмах «спокойной» области происходят существенные изменения напряженности магнитного поля.
- Предложена эмпирическая модель внепятенной вспышки на основе обобщения и систематизации имеющегося наблюдательного материала.

Степень **обоснованности и достоверности** научных положений и выводов, полученных в диссертации, определяется опубликованными в российских и зарубежных научных изданиях статьями автора. Достоверность полученных результатов подтверждается их обсуждением на российских и международных конференциях, на которых результаты получили одобрение ведущих специалистов. По теме диссертации имеется 26 публикаций, из них 5 статей в журналах, рекомендуемых ВАК.

Структура диссертационной работы логично раскрывает тему исследования, и ее содержание достаточно полно отражено в автореферате. Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов и списка цитируемой

литературы, содержащего 197 наименования. Общий объем диссертации 215 страниц, в том числе 122 рисунка.

Во введении приводится обоснование актуальности работы; сформулированы цель, задачи, новизна полученных результатов и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен литературный обзор по теме исследования, Особое внимание автор уделил анализу существующих моделей солнечных вспышек, объясняющих комплекс событий, сопровождающих вспышку. Обзор написан достаточно критически и полностью раскрывает суть проблемы.

Во второй главе дается описание хромосферного телескопа полного диска Солнца, в юстировке которого автор принимал непосредственное участие и на котором получил наблюдательный материал. Представлены характеристики ПЗС камеры и методы, используемые при проведении исследований внепятенных солнечных вспышек. Одна из наиболее существенных частей второй главы состоит в описании программ для цифровой обработки солнечных вспышек, разработанных соискателем. Программы включают и выполнения процедуры калибровки и коррекции изображений, построения кривой изменения площади солнечных вспышек, анализа магнитного поля и обрисовки магнитных контуров в области появления солнечных вспышек, а также программы для анализа динамических изменений.

Третья глава посвящена анализу и обсуждению собственных результатов исследования вспышек вне пятен. Наблюдательный материал получен соискателем в линии H $\alpha$ , использовались также данные наблюдений фотосферы и магнитного поля обсерваторий Kitt Peak (USA) и SOHO/MDI. Подробно изучена структура и развитие вспышек, получены дополнительные данные, способствующие решению проблемы соответствия “стандартной” модели проявлениям солнечной вспышки. Важным и достаточно значимым результатом исследований соискателя является впервые предложенная им

эмпирическая схема внепятенной солнечной вспышки, которая позволяет объяснить явление хромосферного “стримера”, его высокую скорость распространения вдоль ЛРП, согласующуюся со скоростью распространения волны “отрыва” эруптивного волокна от солнечной поверхности.

В заключении кратко сформулированы основные результаты и выводы.

Прогресс в понимании природы и механизма хромосферных вспышек, в немалой степени связан с высококачественными наблюдениями, корректной обработкой и детальным анализом элементов тонкой структуры вспышек. Все это присутствует в диссертации. В целом, работа является законченным научным исследованием. Вместе с тем она не свободна от некоторых замечаний.

Из замечаний содержания можно отметить следующие:

1. Статистика внепятенных вспышек, выполненная по анализу результатов наблюдений всех авторов, требует уточнений. В диссертации не говорится о том, как получены статистические результаты, откуда взялись средние значения в последней строке таблицы 4 на стр.69.
2. Один из пунктов цели диссертационного исследования предполагает «проведение сравнительного анализа беспятенных вспышек со вспышками в активных областях с пятнами». О таком очень кратком анализе упоминается на стр. 148 и только для начальных стадий вспышек. При этом не даны ссылки на работы других авторов.

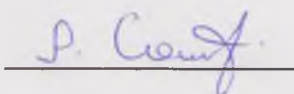
К замечаниям оформления работы относится:

1. На стр. 187 приведен рисунок под номером 26, который должен соответствовать номеру 118.

Отмеченные замечания не снижают в целом хороший научный уровень диссертационной работы, а результаты и полученные лично автором выводы дают основания для ее положительной оценки. Автореферат полно отражает содержание диссертации, которая полностью удовлетворяет требованиям,

изложенным в пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.03 — физика Солнца.

Официальный оппонент,  
кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры общей и космической  
физики ФГБОУ ВПО «ИГУ



Сотникова Раиса Тимофеевна

Диссертация защищена по специальности  
01.03.03 – «Физика Солнца»

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Иркутский государственный университет»

Адрес: 664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1

Рабочий телефон – (3952) 242194

e-mail: [RSotnikova@bk.ru](mailto:RSotnikova@bk.ru)

